



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DE
SISTEMAS DE MANUFACTURA INTEGRADA
POR COMPUTADORA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
(ÁREA MECÁNICA E INDUSTRIAL)
PRESENTAN:
RODRIGO ARÉVALO GUADARRAMA Y
VICENTE TOMAS BARRERA VAZQUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. JESÚS MANUEL DORADOR GONZÁLEZ**

MÉXICO, D.F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
I. SISTEMAS DE MANUFACTURA AVANZADOS	
1. El proceso de manufactura, Objetivos y Estrategias.....	4
2. Desarrollo en la tecnología para la manufactura.....	6
3. Diseño asistido por computadora (CAD).....	8
4. Manufactura asistida por computadora (CAM).....	9
5. Manufactura integrada por computadora (CIM).....	11
6. Automatización.....	12
II. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN	
1. Ciclos de producción.....	16
2. Procedimiento para el control de la producción.....	17
3. Planeación y control de la producción (PPC).....	19
4. Diseño del producto y del proceso.....	20
III. PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA MANUFACTURA	
1. Planeación.....	26
2. Planeación de procesos asistidos por computadora (CAPP).....	26
3. Ingeniería asistida por computadora (CAE) aplicada a la manufactura.....	27
• Gestión de la producción.....	29
• Planeación de operaciones.....	30
• Programación, lanzamiento y control.....	32
4. Control de calidad.....	34

IV. INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍA

1. Producción integrada por computadora (CIP).....	35
2. Integración de tecnologías CAD/CAM.....	36
3. Bases de datos.....	37
4. Sistemas de comunicación.....	39
5. Comunicación en planta.....	40
6. Tecnología de grupos(GT).....	44
7. Sistemas expertos (ES).....	45
8. Sistemas de manufactura flexible (FMS).....	47

V. NEGOCIOS ASISTIDOS POR COMPUTADORA

1. Marketing.....	51
2. Sistemas de administración de la producción (CIPMS).....	52
3. Planeación de requerimientos de materiales (MRP).....	54
4. Planeación de recursos de manufactura (MRPII).....	60
5. Gestión de operaciones.....	63
• Justo a tiempo (Just in time).....	64
• Sistema kanban: jalón de materiales.....	66

VI. IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA

1. Técnicas y estrategias.....	72
2. Organización funcional y factores humanos.....	74
3. Modelo conceptual.....	75
4. Plan general de implantación.....	76
5. Proceso de preparación y evaluación del proyecto.....	79
6. Caso práctico.....	81

CONCLUSIONES.....	86
-------------------	----

BIBLIOGRAFÍA.....	88
-------------------	----

INTRODUCCIÓN

Los nuevos desarrollos tecnológicos son constantemente analizados por las direcciones de las industrias manufactureras con una perspectiva sobre el posible impacto económico dentro de sus operaciones a corto y largo plazo. Se debe tomar en cuenta que existen varios factores complejos involucrados en las características de cada nación industrial: su pasado, su estructura social, su estándar de vida, su naturaleza, su nivel educacional, su fuerza laboral, su gobierno, las interacciones entre compañías, universidades e instituciones de investigación, su productividad y utilización efectiva del equipo, las tareas y filosofías de dirección de negocios e instituciones industriales, y los retos que cada nación ha enfrentado y deberá de enfrentar en el mercado internacional.

El término *clase mundial* se utiliza cada vez más frecuentemente para describir la calidad y el nivel de las actividades manufactureras, lo que significa que los productos deben cumplir con los altos estándares internacionales y ser aceptados a nivel mundial. Cabe señalar que este nivel mundial no es una meta fija ni para un país ni para una compañía, sino que es una meta que está en constante movimiento y que adquiere un nivel cada vez más alto al paso del tiempo. Las organizaciones manufactureras deben estar al tanto de este hecho y planear y ejecutar sus programas de acuerdo a este movimiento.

México se encuentra actualmente en el momento en el que debe crear una infraestructura lo suficientemente poderosa para que pueda subsistir dentro del mercado mundial con sus productos. Esta infraestructura, para que pueda ser lo suficientemente sólida, debe estar apoyada sobre las bases igualmente sólidas y crear una mentalidad de mejora constante. Todo esto comienza desde la educación. México necesita ahora más que nunca gente con alto grado de preparación y conocimiento en todo lo que respecta a la tecnología y mentalidad industrial al orden del día.

** En el año de 1990, una serie de directores de operaciones, tecnología, manufactura e ingeniería, publicaron una encuesta en la que se menciona que uno de los principales factores que producen un incentivo en el incremento del grado de competitividad fue el empleo de la tecnología más avanzada, ya que ésta implica una reducción en los costos de manufactura, alta calidad del producto, un incremento en la productividad de los recursos capitales, alto grado de flexibilidad y tiempos de entrega al mercado mucho más rápidos.*

Específicamente, los beneficios percibidos por la instalación sistemas de Manufactura Integrados por Computadora (CIM) fueron los siguientes, en orden decreciente:

- *Decremento en costos de manufactura*
- *Incremento en la calidad del producto*
- *Mayor y mejor control de la producción*
- *Reducción de inventarios*
- *Alta flexibilidad*

* Fuente: Industrial Week, Sept 90

En respuesta a la pregunta concerniente en los obstáculos que representa la adopción de la tecnología de CIM en las compañías manufactureras, éstos fueron los siguientes, en orden decreciente:

- *Falta de gente capacitada dentro de la compañía*
- *La alta dirección, por falta de conocimientos, no capta los beneficios del CIM*
- *Planeación inadecuada y falta de visión*
- *Métodos de justificación de la inversión inadecuados*
- *Falta de recursos*
- *Miedo a la mala implantación*
- *No es necesario el CIM*

La manufactura tiende a crear una mayor variedad de productos, con ciclos de vida más cortos, pero con énfasis en una alta calidad a bajo costo. La automatización y el uso de computadoras en todas las fases de la manufactura seguirá en constante aumento. Para poder cumplir con las demandas del mercado y lograr una competitividad, la adopción de las nuevas tecnologías será un elemento a considerar por las organizaciones.

Con las prioridades bien definidas y las decisiones adecuadas, se podrá determinar no sólo la naturaleza de la industria en México, sino también una industria mexicana con futuro.

La competitividad de una empresa no puede garantizarse o incrementarse por el simple método de adecuarla a las características del mercado, sino que ha de llevarse a cabo un proceso de planificación a largo plazo, cuyo objetivo es crear una estrategia que asegure el éxito económico de la empresa y, por lo tanto, su propia supervivencia. La introducción de la manufactura integrada por computadora (CIM) será la clave que permita a muchas empresas reforzar su competitividad.

A diferencia de otros proyectos de automatización convencionales, CIM es un proyecto a largo plazo y de gran complejidad. Esto advierte ya el hecho de que, además de las estructuras técnicas, es necesario considerar también las estructuras organizativas (desarrollo, disposición), por lo que debe asignarse claramente al ámbito de responsabilidad de la dirección de la empresa.

Para configurar los ámbitos técnicos de una empresa normalmente se establece un plan general de aplicación que solamente podrá tener validez a largo plazo si se lleva a cabo con estrecha colaboración con la planificación empresarial, armonizándolo por tanto con el desarrollo a largo plazo. Por este motivo, es necesario analizar muy cuidadosamente la empresa y la situación del sector (entorno), estudiando las futuras tendencias, posibilidades y riesgos resultantes del desarrollo del mercado o de la tecnología, así como también de las variaciones que se produzcan en las condiciones marco (condiciones del mercado), tanto políticas como legales.

Para establecer un plan de implantación general en el marco CIM es necesario considerar un plazo mínimo de un año, con independencia al tamaño de la empresa. Además, para la introducción del CIM, desde la primera realización parcial hasta que se alcanza un sistema de información completo, habrá que prever más de diez años. Avanzar de forma demasiado rápida y fuera del marco de una estrategia pondría en peligro el éxito global.

I. SISTEMAS DE MANUFACTURA AVANZADOS

La industria manufacturera ha experimentado diversas presiones para su desarrollo, como lo son los sofisticados mercados, regulaciones gubernamentales, demanda de empleo y la competitividad a nivel mundial, así como nuevos descubrimientos en materiales, técnicas y tecnologías, que influyen como factores de cambio. El desarrollo de cada industria depende de la estrecha relación entre los diferentes sectores industriales como de los no industriales, así como de la búsqueda de mercados foráneos con apego a los estándares internacionales o de un grupo de países en particular.

Factores económicos como la inflación y las tasas de interés afectan las operaciones de inversión y comerciales de la industria, dado a su cambio constante en sus niveles; siendo estos indicadores básicos para el retorno e inversión de capitales, así como el entorno político, geográfico y cultural.

La búsqueda de nuevos caminos para el desarrollo y renovación en la base manufacturera, así como mecanismos de cooperación e inversión que permiten crear una estrategia lo suficientemente flexible, desechando los esquemas obsoletos que se habían manejado hasta antes de la liberación de mercados con la puesta en marcha de los tratados de libre comercio, por lo que se debe aprovechar al máximo las garantías y beneficios que estos promueven para el desarrollo de la planta productiva en México, mediante la adquisición de nueva tecnología, estrategias para su implantación y financiamiento.

1. El proceso de manufactura, Objetivos y Estrategias

La manufactura se puede definir como una serie de actividades interrelacionadas y operaciones que conjuntan diseño, selección de materiales, planeación, producción, calidad, dirección, y operaciones de comercio discretas. Haciendo en su conjunto un sistema que organiza recursos humanos, materiales y financieros, así como herramientas y equipo que se acompañan de un grupo de funciones específicas. Teniendo como un primer objetivo la transformación de recursos materiales. La manufactura en sí misma integra acciones que se encaminan a lo siguiente:

- Sistemas eficientes y volumen de trabajo eficiente (Throughput)
- Calidad de la producción
- Productividad y bajo costo de la producción
- Eficiencia y efectividad en las técnicas de dirección

Probablemente lo más importante de estos factores es el proveer eficiencia en los sistemas, así como un volumen total de trabajo desempeñado por los sistemas en un periodo dado, y su relación directa con otros factores. Un sistema de manufactura eficiente puede verse como un sistema que fusiona, interacciona e integra actividades individuales y operaciones interrelacionadas dentro de un sistema total de manufactura.

Por otra parte, la planeación toma lugar como un segundo nivel, operando como algo establecido o estandarizado. Como resultado un sistema de manufactura en general es fragmentado. Una planeación apropiada incluye el análisis de todas las actividades del sistema determinando con precisión la interrelación funcional a través del mismo, y determina cuales actividades deberán efectuarse para el desarrollo eficiente del sistema, buscando obtener las siguientes ventajas:

- Eliminación de esfuerzos duplicados
- Paso eficiente de la información a través del sistema
- Sistemas de volumen de trabajo eficiente
- Costo de producción reducido
- Calidad de producción
- Interpelación de grupos de conocimiento
- Planeación de los grupos de trabajo formando unidades generales eficientes y productivas.

El diagrama ilustrado en la figura 1.1, es una organización estructurada por medio de subdivisiones en la manufactura, cada división puede variar dependiendo de la organización estructural de una empresa a otra, dependiendo del grado en el que se relacionen sus subsistemas (divisiones), métodos de producción, filosofía de la empresa y de su dirección. Cabe aclarar que no es un estándar, pero permite ver como pueden aplicarse estrategias para el desarrollo eficiente de las operaciones.

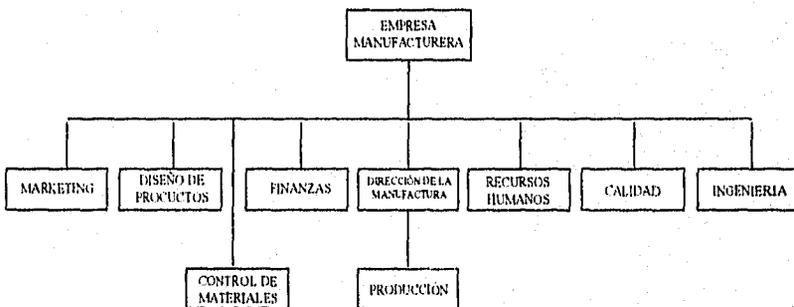


Figura 1.1 Organización Conceptual (Diagrama funcional)*

* Fuente: Foston, Fundamentals of CIM

El objetivo de la organización de la manufactura es el desarrollar equipos que funcionen como instrumentos para el bajo costo de la producción, mostrándose como concepto general de la suma de actividades.

Mediante la división y departamentación de actividades en desarrollo se obtiene eficiencia y desempeño máximo, es decir, se otorga una dirección controlada de los resultados, se conserva y coordina los esfuerzos humanos, y optimiza costos y propósitos bajo un mutuo entendimiento y cooperación entre las partes involucradas.

El ciclo de manufactura se puede definir como un círculo cerrado de actividades y operaciones como se muestra en la siguiente:

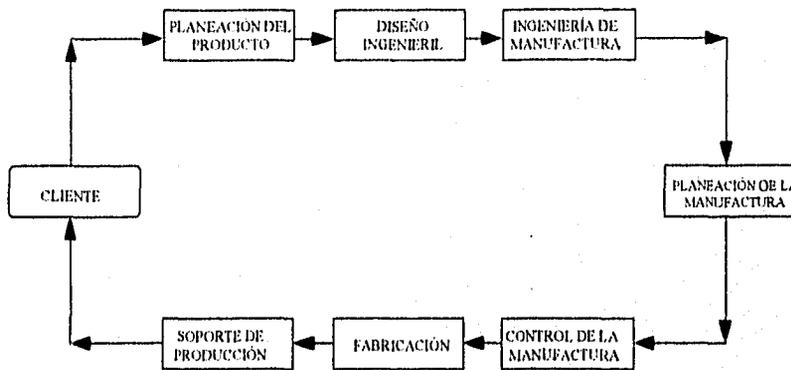


Figura 1.2 Ciclo conceptual de manufactura.*

El ciclo de manufactura se repite indefinidamente hasta llegar a la meta propuesta. Dicho sistema aplica técnicas de control durante varias fases del proceso de producción dependiendo de los requerimientos establecidos como propósito de reducir comparativamente la diferencias entre las instrucciones de entrada y respuestas de salida.

2. Desarrollo en la tecnología para la manufactura

Las nuevas tecnologías y aplicaciones sobre las ya existentes ofrecen nuevas oportunidades a las compañías que buscan modificar sus filosofías de dirección y trabajo, haciendo posible el no adoptar sistemas rígidos de producción, los cuales se asocian con las grandes empresas, sino más bien volver la cara hacia las técnicas flexibles de producción que se caracterizan

* Fuente: Foston, Fundamentals of CIM

por las innovaciones, la alta precisión y calidad, corto tiempo de operación, enfocándose para atender las necesidades y el servicio de los clientes.

La tecnología aplicada a la manufactura ha atravesado por cambios desde los más simples hasta los más complejos; todos ellos como respuesta a las necesidades básicas del hombre.

El hombre continúa buscando caminos para la producción de recursos que mantengan su nivel de vida, satisfagan sus necesidades básicas y controlen su entorno ambiental. Lo anterior ha provocado la creación de métodos que demandan el traslado de grandes cantidades de recursos que serán procesados más rápidamente con mejor calidad y menor costo por cada uno. Para pasar de un sistema de manufactura elemental hacia un sistema de proceso automático avanzado y complejo, existen varias etapas de desarrollo que son resultado de las ideas, combinación de recursos y trabajo arduo de muchas personas.

La mecanización se crea como un sistema de producción masivo, el cual demanda máquinas capaces de duplicar partes con un alto grado de complejidad. Como resultado de esta necesidad aparecen herramientas de medición, nuevas técnicas y estándares. Los mecanismos de automatización fijos y las líneas de transferencia son los que dan mejor resultado en la producción a gran escala, siendo esta última un modo de organización que proporciona a la manufactura respuestas más rápidas así como tiempos de producción más cortos.

En sus orígenes la automatización fija empleó máquinas herramientas con controles automáticos simples, las cuales regulaban las variables controlables del sistema. Los avances de la tecnología permiten entrar en una nueva era de controladores automáticos programables.

El control numérico se basa principalmente en computadoras digitales, que permiten la programación para el control del proceso de manufactura. Por su parte, los avances en la tecnología de computación permiten generar nuevas técnicas dentro del control numérico como son el control numérico directo (DNC) y control numérico por computadora (CNC). El control numérico causa toda una revolución en cuanto a la manufactura de partes metálicas.

Posteriormente aparecen sistemas de control adaptable (AC) y los robots industriales. El AC determina la velocidad de alimentación de datos durante el maquinado como una función de variables, como son el corte, formas geométricas, temperatura, vibración, torque, potencia, entre otras. Por otro lado con los robots industriales se obtienen altos niveles de respuesta dentro de los procesos de manufactura en cuanto a desempeño.

Las computadoras juegan un papel importante que va en incremento dentro de los sistemas de manufactura, gracias a la habilidad para recibir y manejar grandes volúmenes de datos, así como el rápido procesamiento de los mismos, siendo indispensables para un máximo aprovechamiento de recursos, abriéndose una nueva era dentro de la manufactura dando origen a nuevos conceptos.

3. Diseño asistido por computadora (CAD)

CAD es un concepto global que resume las actividades en las que se utiliza la informática dentro del marco del diseño, es decir, la generación gráfica-interactiva y la manipulación de una representación digital del objeto, mediante la preparación de un modelo.

En este caso el diseñador ya no trabaja con prototipos de prueba sino sobre un monitor, y por consiguiente puede aprovecharse la información almacenada sobre características de producción en la memoria de la base de datos. Además de los cálculos de diseño, puede llevarse a cabo un cálculo de costo previo, a fin de establecer la rentabilidad de las diferentes variantes de diseño. Por otra parte, se puede disponer de otras informaciones relativas a piezas normalizadas, así como su empleo en otros productos. Mediante el empleo de sistemas CAD se reduce notablemente el tiempo de preparación de variantes de diseño y sus adaptaciones.

Por tanto, es posible que en cada proyecto se diseñe y detalle la forma, función y dimensiones de piezas y subconjuntos, se calcule y simule eventualmente la interacción o el montaje.

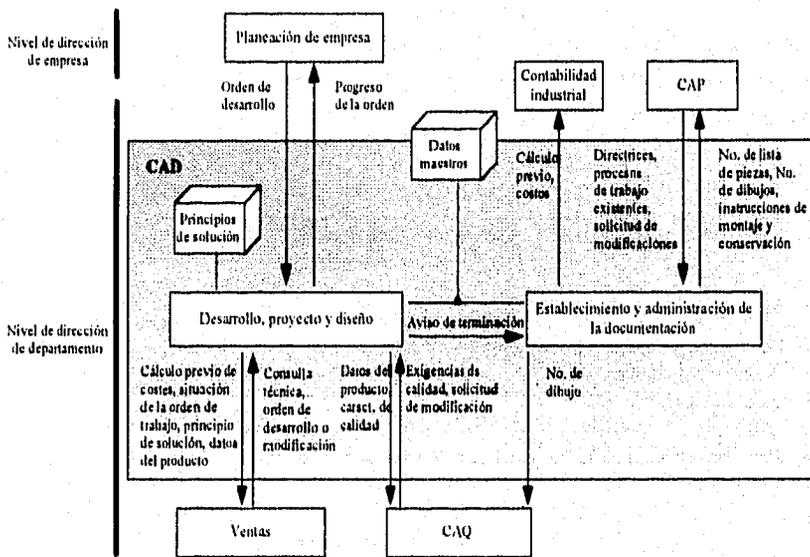


Figura 1.3 CAD (Estructura interna)*

* Fuente: Siemens, CIM Consideraciones básicas

Los modelos geométricos, dibujos y lista de piezas generados de esta manera se guardan en la memoria de datos del CAD. Estos datos de diseño constituyen la base para el establecimiento de los procesos de trabajo (CAP), la programación NC, el establecimiento de procesos de verificación (CAQ) y la documentación técnica.

4. Manufactura asistida por computadora (CAM)

Se denomina CAM al control y supervisión técnica, asistida por computadora, de los medios de producción empleados en la fabricación de objetos. Esto se refiere al control directo de las instalaciones técnicas de proceso, medios de producción, equipos de manipulación y sistemas de transporte y almacén.

El CAM se encuentra en el ámbito operativo y logístico de producción de una empresa. Abarca todos los cometidos que pueden describirse utilizando los conceptos de fabricación, flujo de materiales y conservación, lo que incluye la automatización de todos los campos próximos a la producción desde la entrada de mercancías, almacén, fabricación de piezas y montaje hasta las secciones de verificación y expedición.

El ámbito CAM puede dividirse en cuatro niveles. Las funciones más importantes de los tres niveles superiores se recogen en el cuadro siguiente (Tabla 1.1). El cuarto nivel (nivel de proceso) es el de interface entre la electrónica y la mecánica. Está formado por actuadores (motores, contactores magnéticos, etc.) y sensores.

Nivel de dirección de producción (funciones logísticas)	Nivel de dirección de procesos (funciones operativas)	Nivel de control de proceso
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación, control de disponibilidad y reserva de: <ul style="list-style-type: none"> máquinas herramientas materiales personal medios de transporte • Adquisición de datos de producción (PDA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de las ordenes de trabajo entre las distintas máquinas y puestos de trabajo • Seguimiento de avance • Lanzamiento de materiales, abastecimiento de máquinas • Activación de transportes • Tratamiento previo de datos de taller • Supervisión de células • Diagnóstico 	<ul style="list-style-type: none"> • Control de los sistemas de mecanizado y transporte • Supervisión de máquinas • Obtención de datos del taller (PDA) • Adquisición de datos de máquina (MDA) • Diagnóstico

Tabla 1.1

PDA (Adquisición de datos de producción): Tiene la función de recopilar todos los datos reales de organización del taller necesarios y ponerlos a disposición del control de fabricación en forma resumida y adecuada para su tratamiento. Para el control de la fabricación es importante disponer en todo momento de datos actualizados, referidos a órdenes de trabajo, máquinas y materiales (control de avance de las órdenes de trabajo). En detalle se realiza lo siguiente:

- **Determinación de los tiempos del personal**
 - Determinación de los tiempos de presencia
 - Asignación a los puestos de trabajo
 - Asignación a las funciones de trabajo
- **Tiempos de preparación y de fabricación**
- **Interrupciones de preparación y de fabricación**
- **Motivos de las interrupciones**
- **Seguimiento de los materiales**
- **Progreso de las órdenes de trabajo**
 - Comunicación de perturbaciones
- **Garantía de calidad**
 - Piezas buenas, repaso y rechazos

MDA (Adquisición de datos de máquinas): Mediante la obtención automática de los datos técnicos de situación de máquinas, el control de fabricación y el mantenimiento se encuentra en condiciones de detectar a tiempo las averías, iniciar las medidas correspondientes y evitar de esta manera tiempos de parada más importantes. Con los datos obtenidos se puede determinar el tiempo productivo de utilización del puesto de trabajo. En la evaluación pueden extraerse conclusiones para la optimización de los tiempos de preparación y secuencias de órdenes de trabajo. El MDA incluye lo siguiente:

- **Determinación de tiempos de funcionamiento**
- **Determinación de tiempos de parada**
- **Perturbación del programa**
- **Daños de herramientas**
- **Defectos de material, faltas de material**
- **Daños de máquinas**
 - mecánicos
 - eléctricos
 - electrónicos
 - hidráulicos
 - neumáticos
- **Fallo de personal**

A partir de datos de las máquinas tales como tiempo de funcionamiento o parada (y su causa), pueden obtenerse también datos relativos al personal. Por eso se considera, de forma general, al PDA como un concepto superior al MDA.

Control Numérico

Los sistemas CAD y CAM integrados (CAD/CAM) permiten la transferencia de información del diseño a la planeación de la manufactura, es decir, la base de datos creada en CAD es almacenada y procesada por el CAM traduciendola en información para la operación y control de un equipo, dando lugar a la generación del código NC.

El control numérico (NC) es un método de control de los componentes de una máquina o equipo por medio de la inserción de instrucciones codificadas en forma de datos alfanuméricos. El sistema interpreta automáticamente los datos por medio del software y el hardware local de la máquina o equipo, siendo estos accedados manualmente o transmitidos desde el sistema CAM.

Por tanto, un programa de control numérico consiste en una secuencia de direcciones que controlan las operaciones de un proceso, siendo las más comunes las de maquinado.

Presenta como ventajas sobre los sistemas convencionales alta flexibilidad de operación y habilidad para lograr piezas complejas con gran exactitud y precisión, además, alta productividad y calidad.

5. Manufactura Integrada por Computadora (CIM)

El CIM describe la utilización de la información en todos los ámbitos de fábrica relacionados con la producción. Abarca la interacción de CAD, CAM, CAPP (Planeación de procesos asistidos por computadora), CAQC (Control de calidad asistida por computadora) y PPC (Planeación y control de la producción) a nivel de tecnología de la información. Con ello se intenta lograr la integración de las funciones técnicas y organizativas para la fabricación del producto (lo que exige la utilización conjunta de una base de datos a nivel superior al de división).

El objetivo más complejo del concepto CIM es la integración global de todos los ámbitos de producción, planeación y desarrollo que intervienen en la fabricación de un producto determinado, por lo que será distinto para cada empresa.

El CIM debe ser parte de la estrategia de la empresa que contribuya a mejorar su competitividad, siendo necesario que se deduzcan los objetivos y condiciones marginales de cada empresa, en consecuencia, no puede existir un concepto CIM estándar.

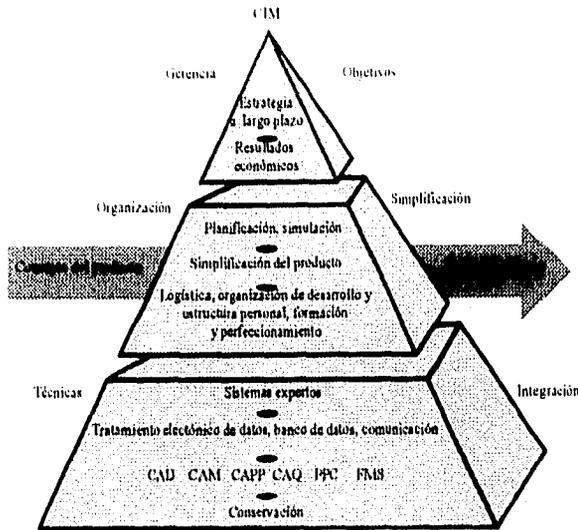


Figura 1.4 Estructura general de un CIM*

Las condiciones marginales de la empresa pueden subdividirse en requisitos del mercado (externos a la propia empresa) y factores específicos (internos). Por otro lado, también influyen los objetivos técnicos y económicos de la empresa.

En base a lo anterior, podemos decir, que CIM no es más que una estrategia a largo plazo, específico para cada empresa, que toma como punto central la integración de tecnológica del CAD, CAM, CAPP, CAQ, PPC, CAB, CAE, etc.

6. Automatización

Automatización se puede definir como la implantación de un sistema que se opera relativamente por sí mismo. Dicho sistema incluye mecanismos complejos y partes electrónicas que son auxiliadas por computación permitiendo al operador una completa visión del proceso permitiendo tomar una decisión en caso de que sea necesario la intervención del hombre.

* Fuente: Siemens. CIM Consideraciones básicas

Los procesos de control por computadora permiten el manejo de las variables dentro del proceso de manufactura, en los que la computadora se emplea como controlador automático en los procesos de operación continua. Por lo que se deben diferenciar los sistemas de control abierto sobre los sistemas de control cerrado, ya que en el primer caso no es factible el empleo de computadoras para la automatización del proceso, dado que es necesaria la intervención directa del hombre.

Los sistemas de control cerrado que son operados por computadora para automatizar el proceso, se ajustan de modo que tanto el flujo de información, el inicio o final del ciclo, así como los cambios mediante el empleo de programas y bases de datos son los deseados para obtener un resultado.

En el escenario del empleo de computadoras dentro de la manufactura, toda acción se maneja en el marco de la ingeniería donde los nuevos productos creados se presentan ante consumidores potenciales, por lo que la computadora juega un papel importante, ya que en la práctica cotidiana el diseño conceptual y el diseño preliminar se lleva a cabo por medio de iteraciones hasta el desarrollo del producto, siendo los métodos de análisis y simulación e incluso el dibujo por computadora su soporte, por tanto, un paquete de software gráfico provee de esta capacidad al mismo tiempo que actúa como interfase en la programación. Cuando un concepto es sólido hacia un cliente, el programa control desarrolla cédulas maestras y asignaciones para todas las funciones del proyecto, es decir, estructura el concepto ingenieril preparando el plan del proceso y de las herramientas para cumplir con la manufactura de un producto.

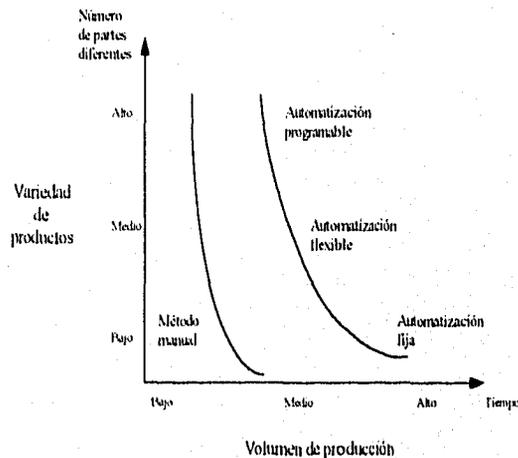


Figura 1.5. Tipos de automatización en función del volumen de producción y de productos*

* Fuente: Groover, Automation

En cuanto a tipos y niveles de automatización se clasifican de la siguiente forma:

Automatización fija. Este tipo de sistemas establece su secuencia de operaciones a partir de la configuración del equipo, siendo esas usualmente simples. La coordinación de las operaciones en la producción de una pieza es lo que hace complejo al equipo. Las características típicas son:

- Alta inversión inicial
- Altos índices de producción
- Relativamente inflexible para realizar cambios en el producto

Su justificación económica se encuentra cuando se trata de productos de alta demanda; por otro lado, los altos costos iniciales de adquisición del equipo se distribuyen dentro del volumen de producción, haciendo más atractivo el costo por unidad comparando con los métodos alternativos de producción.

Automatización programable. El equipo está diseñado de tal modo que permite capacidad de cambio en la secuencia de operaciones de acuerdo a la configuración del producto. El control de la secuencia de operaciones se realiza por medio de un programa que incluye una serie de instrucciones codificadas. Algunas de las características que presenta son:

- Alta inversión en equipo de propósito general
- Bajos índices de producción en comparación con la automatización fija
- Flexibilidad para adoptar cambios en la configuración del producto
- Adecuada para producción por lotes

Los sistemas programables se emplean para bajos y medianos volúmenes de producción. Las partes o productos son producidos típicamente por lotes, por lo que para producir nuevos lotes de diferentes productos, el sistema debe ser reprogramado con el nuevo grupo o set de instrucciones necesarias, así como se deberá efectuar del correspondiente cambio de herramientas, accesorios y demás aspectos relativos al posicionamiento de las piezas modificadas.

Automatización flexible. Es la extensión de la automatización programable que es capaz de producir una variedad de productos o partes con bajo tiempo de adaptación de un producto al otro. Consecuentemente, el sistema puede producir varias combinaciones e itinerarios de

este sistema se pueden resumir como sigue:

- Alta inversión en equipo.
- Producción continua de diversos productos (mezclas).
- Medianos índices de producción.
- Flexibilidad para aceptar variaciones en el diseño.

Las características esenciales que distinguen a la automatización flexible de la programable son:

- La capacidad de cambiar los programas de producción de partes sin pérdida de tiempo de producción.
- La capacidad de modificar físicamente a la máquina sin pérdida de tiempo de producción.

El cambio de los programas de producción de partes se hace en sistemas paralelos fuera de la línea y posteriormente son transmitidos en el momento preciso a la máquina, sin interrupciones de producción. Los avances en la tecnología de los sistemas de cómputo son en mucho los responsables de la capacidad de programación en la automatización flexible. El cambio de los aspectos físicos de la máquina se realiza fuera de línea y se implementan simultáneamente con el cambio de la materia prima para los diferentes productos.

II. ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

1. Ciclos de producción

Un ciclo de producción interrelaciona las operaciones que empiezan con el diseño de un producto y terminan con el envío del mismo, por lo que muestra las diferentes actividades y funciones que se realizan durante el diseño y las fases de producción.

El ciclo de producción típico consta de 6 fases como se muestra en la figura siguiente:

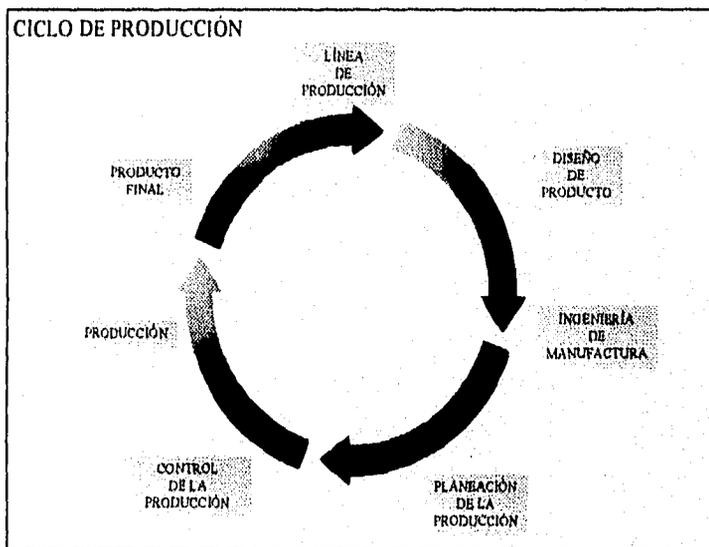


Figura 2.1

- Fase 1 o Diseño del producto

Empieza con el diseño del producto. Durante el diseño, el concepto del producto es desarrollado, perfeccionado y analizado, además, se establecen los requerimientos (materia prima) del diseño y construcción del prototipo.

- Fase 2 o Ingeniería de manufactura

La fase de manufactura se apoya en los diseños realizados por la fase 1 y determina la productividad, planes de producción, herramientas y estándares, así como también localiza los problemas en la producción.

- Fase 3 o Planeación de la producción

Consiste en marcar un itinerario o ruta que establezca los pasos a seguir para la producción de un nuevo modelo de forma eficiente y económica.

- Fase 4 o Control de la producción

Es la parte central de una fábrica. Este sistema detecta las condiciones de producción y sus problemas, constituyendo un flujo continuo de información a nivel de planta indicando qué, dónde, cuándo y cuánto hacer respecto a los productos, artículos o diseño generados durante la fase 1.

- Fase 5 o Producción

Todas las actividades de la fábrica forman un eslabón indispensable en el proceso de planeación y control de la producción. El actual procesamiento de los materiales, la fabricación de partes y ensamble es responsabilidad del área de producción, por lo que, muchas actividades son planeadas durante esta fase, incluyendo pruebas e inspección.

- Fase 6 o Producto final

La fase del producto final es donde se eslabona el cliente y la mercadotecnia, siendo actividades típicas de esta fase el equipamiento y almacenaje o embalaje del producto.

2. Procedimientos para el control de la producción

El control de la producción constituye el núcleo organizativo del ámbito de producción CAM, por lo que, la modalidad del control de producción debe adaptarse al tipo de estructura correspondiente, es decir, al tamaño del lote, tiempo del ciclo, número de variantes, etc.

Anteriormente, los cuellos de botella se observaban de acuerdo a la capacidad de las máquinas, por lo que, el objetivo principal no era una carga máxima de las mismas. Actualmente, en vez de sobrecargar la capacidad de producción de las máquinas se ha adoptado por la reducción de existencia de materiales y por la predeterminación de suministro de estos.

Estos objetivos exigen un concepto de control de producción que se caracteriza por no realizar la planeación a largo plazo, para ello, es necesario disponer de señales de aviso rápido y automatizadas en las máquinas, así como su pronta interacción con las bases de datos.

Lanzamiento de órdenes de función de la carga

El objetivo es adoptar un número de órdenes de trabajo y volumen de horas de trabajo en función de la capacidad de las máquinas que no se están empleando.

Lo anterior constituye un modelo típico de embudo el cual describe la relación entre existencias, capacidad de máquina y tiempo de ciclo de una unidad de fabricación. Siendo calculadas las existencias por el producto de la capacidad de las máquinas y el tiempo de ciclo de la orden

$$E = C \times TC$$

Lo anterior reduce las colas de espera y consigue una reducción de existencias, así como tiempos de ciclo más cortos y fáciles de cumplir. (Figura 2.2)

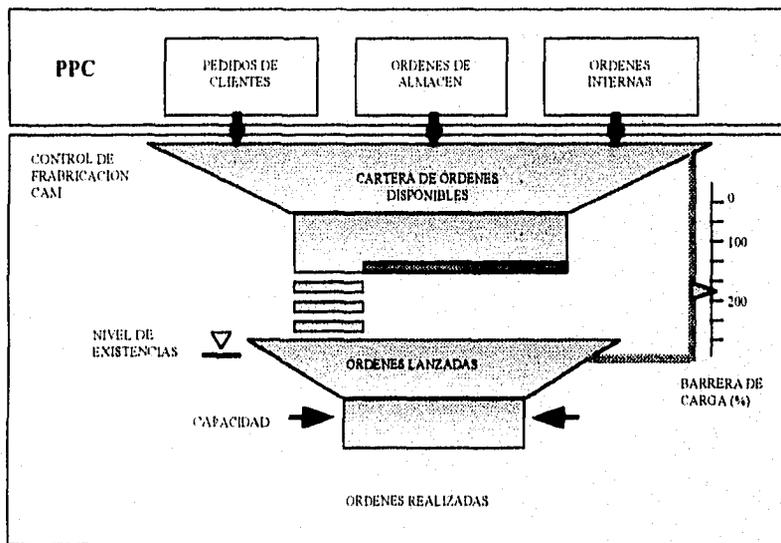


Figura 2.2 Lanzamiento de órdenes en función de la carga.*

*Fuente: Siemens. CIM consideraciones básicas.

3. Planeación y control de la producción (PPC)

Uno de los ámbitos centrales del CIM es la planeación y control de la producción. Las funciones principales pueden subdividirse como se muestra a continuación. (Tabla 2.1)

PPC	
Planeación del programa de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de pronósticos para productos, piezas, grupos • Planeación aproximada del programa de producción • Confirmación del plazo de suministro • Control de las actividades previas de diseño, procesos de trabajo
Planeación de cantidades	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis • Cálculo de aprovisionamiento • Determinación de necesidades (en base al consumo) • Selección de proveedores • Control de existencias de almacén • Reserva de materiales
Programación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Desglose de lista de piezas con sus características • Determinación de las necesidades brutas y netas
Programa de fabricación (plazos, cantidades de producción, planeación aproximada)	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del tiempo por ciclos • Cálculo de la capacidad necesaria, ajuste • Necesidades externas • Capacidad disponible (aproximada)
Lanzamiento de la orden de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Redacción de pedido • Pedido exterior (a través de compras) • Autorización de la orden de trabajo en planta • Establecimiento de los justificantes de trabajo
Seguimiento de la orden de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Control de avance • Comunicación de recepción de mercancías • Supervisión de la capacidad de producción • Seguimiento de la carga de trabajo • Revisión de cuellos de botella
Inventario	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha fija y permanente
Estadística	

Tabla 2.1. Funciones principales de la planeación y control de la producción.

Para llevar a cabo las funciones de PPC es necesario basarse en los diferentes datos básicos tales como datos maestros de piezas, lista de piezas, procesos de trabajo, costos, capacidad, etc. De esta manera se observa el carácter interdisciplinario de la conservación y responsabilidad de datos.

La planeación del control de la producción opera esencialmente a nivel de producto. La planeación aproximada calcula la capacidad necesaria, en cuanto a cantidades y plazos para el programa de producción previsto, los pedidos que se reciban y ofertas.

La planeación de cantidades sirve para determinar las piezas a fabricar y el material en almacén, según clase y cantidad, con el fin de poder cumplir con el plazo establecido en el programa de producción.

En la determinación del tiempo por ciclo se calculan los plazos de mecanizado. Esto puede realizarse mediante el cálculo de plazos hacia adelante o hacia atrás. En el primer caso, la fecha fija es la del comienzo, y en el segundo caso, la fecha fija es la del final del plazo. Por lo que, con este cálculo se determina la capacidad de fabricación necesaria para el programa de órdenes de trabajo actual.

El control de la producción comprende las funciones de lanzamiento de la orden de trabajo y seguimiento. Estas funciones se denominan muchas veces como control de la fabricación, pero no debe confundirse con el control de la producción en el ámbito CAM. El cometido de la programación de materiales es convertir el pedido del cliente en órdenes de fabricación para el ámbito CAM y pedidos a los proveedores.

El propósito del programa de fabricación consiste en asignar las órdenes de fabricación a las capacidades de fabricación existentes y efectuar el seguimiento de la fabricación, esto a mediano plazo.

Una vez efectuada la programación y comprobada la disponibilidad de materiales, medios de producción y personal de fabricación, se procede a autorizar el lanzamiento de la orden de fabricación, y se transmite la autorización para el control del seguimiento. Según la perspectiva de planeación del sistema PPC, este lanzamiento puede efectuarse diariamente o cada varias semanas.

4. Diseño del producto y del proceso

El desarrollo consistente y la introducción de nuevos productos que valoran los clientes es un factor importante para el crecimiento y fortalecimiento de una organización. La *Estrategia de Productos y Servicios* consiste esencialmente en la selección, definición y diseño de los mismos, debiendo poner la Alta Dirección los medios oportunos para asegurar la ventaja competitiva. Por otro lado, la adecuación de la cartera de productos y/o servicios de la empresa está íntimamente ligada a los materiales, equipos y procesos que utilizará la empresa y, por tanto, al tipo de financiamiento y personal que sea necesario.

La respuesta del mercado a cada producto suele tender, genéricamente hablando, a seguir un patrón más o menos predecible, al cual se denomina *ciclo de vida del producto*. Este ciclo pretende recoger el hecho de que la mayoría de los productos atraviesa a lo largo de un tiempo una serie de etapas, que se diferencian entre sí por la forma de crecimiento de las ventas en relación al tiempo.

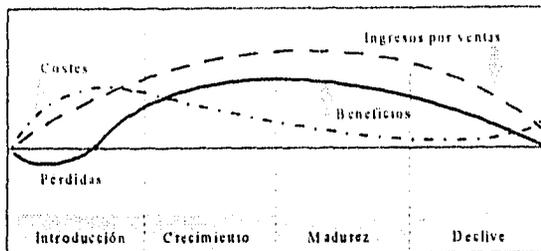


Figura 2.3 Ciclo de vida del producto*

Para la Dirección de Operaciones, lo importante de este patrón es la relación que pueda existir entre cada una de las etapas que lo componen y las decisiones a tomar y/o actuaciones a emprender. Esta no sólo ha de estar preparada para lanzar nuevos productos, sino que, además, ha de ser capaz de reforzar la línea o líneas ya existentes. Estos últimos han de ser examinados periódicamente para comprobar en qué etapa del ciclo de vida se encuentra (*auditoria del ciclo de vida*) y determinar así la posible necesidad de modificaciones o de reforzar el diseño ya existente, sin perder de vista que la duración del ciclo de vida de un producto depende básicamente de la naturaleza del mismo.

Para llegar a la obtención de un producto o servicio es necesario recorrer un camino en el que la selección es la primera etapa; la segunda, es el diseño del producto elegido y la tercera, la elección y diseño del proceso que llevará a su obtención. Las tres fases están íntimamente relacionadas y, en numerosas ocasiones, deben desarrollarse simultáneamente. La etapa de selección consta de dos partes: la generación de ideas y la evaluación de las mismas.

Las ideas posibles nuevos productos o modificaciones y mejoras de los existentes pueden provenir de diversas fuentes (clientes, investigación de mercados, deptos de I+D, proveedores, etc.). Aquellas ideas que surgen de una necesidad identificada forma parte de lo que se conoce como *tirón de demanda*, mientras que las que provienen de los resultados de la investigación se incluyen dentro de la categoría denominada de *empuje tecnológico*.

Las ideas examinadas para su selección deben incluir pruebas de estimación de necesidades y análisis de mercado, valoración de las relaciones de los competidores, análisis de la viabilidad económica, estudios de factibilidad y listas de control de ajuste a las características

* Gestión e Ingeniería de Producción, UPV

y condiciones organizativas. En este proceso preliminar de valoración se involucran fundamentalmente los departamentos de Marketing, Operaciones y Finanzas. (Ver tabla siguiente)

Etapa	I+D	Marketing	Ingeniería	Fabricación	Finanzas	Contabilidad
Selección	-Investigación básica -Investigación aplicada	-Ideas y necesidades de clientes -Estimación de la demanda -Sensibilidad en precios -Acciones de la competencia	-Análisis de factibilidad del producto o servicio -Feedback sobre ideas	-Ideas de los proveedores -Análisis de la factibilidad del proceso	-Cálculo de resultados -Preparación de documentos proforma -Valoración del riesgo del proyecto	-Estimación de costos e ingresos
Diseño	-Desarrollo	-Ideas de diseño -Estrategias de publicidad, ventas y distribución	-Diseño preliminar -Construcción del prototipo -Prueba prototipo -Diseño final	-Diseño preliminar del proceso -Construcción del prototipo	-Actuación de documentos proforma -Búsqueda de financiamiento	-Actuación de estimaciones de costos e ingresos -Seguimiento de los costos de producción del prototipo

Tabla 2.2 Implicación funcional en las distintas etapas del proceso de selección y diseño del producto

Por último, el test de ajuste organizativo se lleva a cabo para evaluar la consistencia entre el nuevo producto o servicio y la organización. Cada nuevo producto deberá reforzar los puntos fuertes de la misma y su ventaja competitiva, complementar su cartera de productos o servicios y adecuarse a las estructuras, objetivos y planes futuros de la empresa. Teniendo presente las posibles repercusiones del nuevo bien sobre la demanda de los ya existentes, así como sobre de los productos en marcha.

En cuanto al diseño del proceso, especifica cómo se desarrollarán las actividades de la función de operaciones, guiando la elección y la selección de las tecnologías existentes en la empresa dictando el momento y las cantidades de recursos productivos a adquirir, así como la disponibilidad de éstos.

Mediante la *Estrategia de Proceso* la firma decide cómo efectuar la transformación de sus recursos productivos en bienes y/o servicios, siendo su objetivo encontrar un modo de producirlos que dé lugar a las condiciones y especificaciones demandadas por los clientes, dentro de los límites marcados por las restricciones financieras y directivas. Las decisiones clave sobre los procesos de transformación están relacionadas con la organización de los flujos de trabajo, la selección de la combinación producto-proceso más adecuada, la

adaptación estratégica del proceso y la evaluación de la automatización y de los procesos de alta tecnología.

Existen múltiples clasificaciones de las configuraciones productivas. La que a continuación se presenta las clasifica en función de la continuidad en la obtención del producto:

- Por proyectos, cuando se obtienen uno o pocos productos con largo periodo de fabricación
- Por lotes, cuando se obtienen productos diferentes en las mismas instalaciones
- Continua, cuando se obtiene siempre el mismo producto en la instalación

La configuración por lotes puede subdividirse en talleres, lotes y en línea. Normalmente se va pasando de un tipo a otro de configuración a medida que aumenta el volumen de producción, la automatización y homogeneización de los procesos, la repetitividad de las operaciones, la inversión del capital y la estandarización del producto, reduciéndose la flexibilidad del proceso y la participación del cliente en éste.

Configuración	Homogeneidad del proceso	Repetitividad	Producto	Automatización/Capital	Flexibilidad	Participación del cliente	Volumen de producción
Continua	Alta	Alta	Estándar	Alta	Inflexible	Nula	Muy grande
Línea	Media	Media	Varias op.	Media	Baja	Baja	Med/grande
Lotes	Baja	Baja	Muchas op.	Baja	Media	Media	Bajo
Talleres	Muy baja	Muy baja	A medida	Escasa	Alta	Alta	Muy bajo
Proyecto	Nula	Nula	Único	Nula	Alta	Alta	Escaso

Tabla 2.3 Cuadro comparativo de configuraciones de producción*

El ciclo de vida de los procesos ha sido sujeta a estudios. De la misma forma que los productos en mercados atraviesan una serie de etapas destacadas, los procesos pasan por diferentes estados durante la fabricación de los mismos. La evolución suele comenzar con una etapa fluida, esto es, altamente flexible pero poco eficiente en términos de costo, para irse estandarizando, mecanizando y automatizando progresivamente, esta evolución culmina en un proceso sistemático eficiente pero más intensivo en capital, interrelacionado y, por tanto, mucho menos flexible que el proceso original. En relación con lo anterior existen dos principios básicos. El primero se refiere a la interdependencia entre los ciclos de vida de los productos y los procesos; estos últimos afectan los costos de producción, a la calidad y al volumen fabricable, lo cual incide a su vez sobre el volumen de ventas. De forma similar, éste repercute sobre el tipo de proceso productivo que se puede justificar económica y financieramente. El segundo indica que es poco frecuente que los procesos productivos evolucionen de forma continua a lo largo del ciclo de vida, siendo lo habitual que lo hagan escalonadamente.

* Gestión e Ingeniería de Producción, UPV

Desde el punto de vista de la utilización del capital, de los costos de materiales y de la utilización del espacio y eficiencia del montaje es recomendable el desplazamiento desde una configuración por lotes a una continua, ha de reconocerse que el proceso del cambio suele ser considerablemente costoso; es por ello que la decisión inicial condicionará las posibilidades de transformación futuras. El desplazamiento deberá acometerse siempre que contribuya a incrementar la utilización de los equipos sin que crezcan los costos fijos o se destruya la variedad en la gama de productos. Por supuesto han de darse, además, unas condiciones económico-financieras adecuadas como, por ejemplo, la suficiencia de flujos netos de la caja para hacer frente a las cargas fijas o a un descenso en la demanda.

La ventaja que reúne la consideración conjunta de productos y procesos radica en que ayuda significativamente a las empresas a delimitar con precisión dónde están realmente sus competencias distintivas y a concentrar su atención en un conjunto limitado de decisiones y alternativas de proceso, así como en un restringido grupo de operaciones de marketing.

Las prioridades de los responsables de operaciones cambian conforme se modifican las combinaciones de productos y procesos de la empresa, pues es la interacción entre ambos es la que determina las tareas que serán críticas en cada firma o industria.

La *selección del proceso* ejerce un efecto a largo plazo sobre la eficiencia, costos y calidad de los artículos fabricados, por lo que condicionará a una sección importante de la *estrategia de la empresa*. Esto significa que a pesar de que una selección eficaz suele involucrar un gran esfuerzo de tiempo y capacidad analítica, los beneficios derivados de su desarrollo, previo al inicio de la actividad productiva, son muy superiores a los que se alcanzarían si, una vez comenzada la producción, se intentase rediseñar el proceso con la finalidad de remediar los errores del ya existente.

Entre la técnicas utilizadas con mayor frecuencia para efectuar la selección de los procesos productivos atendiendo a sus costos e inversiones, citaremos el análisis del punto muerto, los árboles de decisión, el Valor Anual Neto (VAN), la Tasa de Rendimiento Interno (TIR), el plazo de recuperación, etc.

El *diseño del proceso* consiste en la selección de datos de entrada (inputs), operaciones, flujos de trabajo y métodos para la producción de bienes y servicios. La selección de los datos de entrada comprende la selección de las combinaciones deseables de destrezas humanas, materias primas y equipos, que sean consistentes con la estrategia de posicionamiento de la empresa y con habilidad y capacidad para conseguir estos recursos. Los responsables de las operaciones deben decidir qué y cuántas operaciones serán realizadas por las personas y por las máquinas, así como la forma en que ambas se emplearán conjuntamente.

Las decisiones sobre diseño o rediseño del proceso se toman cuando:

- Se pretende ofrecer un bien o servicio nuevo o substancialmente modificado.
- Cambian las prioridades competitivas.
- Cambia el volumen de la demanda de un bien o servicio.
- El rendimiento actual del sistema es inadecuado.
- Los competidores están logrando mejores resultados utilizando un proceso diferente o surge una nueva tecnología disponible.
- Cambia el costo o la disponibilidad de las entradas (inputs).

No todas las situaciones anteriores conducen forzosamente a cambio del proceso existente, pues, a veces, el costo de cambio no compensa los posibles beneficios a obtener. La mayor o menor complejidad del proceso productivo estará influenciada por la estructura de los productos y la homogeneidad del contenido del trabajo de aquellos que comparten un mismo recurso productivo; por lo que respecta a la estructura del producto, se pueden distinguir tres categorías genéricas: el producto estandarizado, que se fabrica de acuerdo con el diseño y especificaciones dictados por la empresa y, consiguientemente, provoca un alto grado de homogeneidad entre los bienes o servicios, el producto estándar con varias o muchas opciones "personalizadas" y el producto a la medida, que suele estar especificada y diseñado por el propio cliente.

En relación a la homogeneidad del contenido del trabajo, aspecto crucial para efectuar la programación de las actividades, podemos considerar tres situaciones: homogeneidad alta o muy alta, que suele presentarse en entornos de un volumen de producción estable y alto y tiempos de fabricación reducidos, homogeneidad media, situación relativamente habitual en configuraciones de producción por lotes y homogeneidad baja, asociada habitualmente a los procesos a la medida o talleres, en los que se llevan a cabo numerosos trabajos diferentes de acuerdo con la naturaleza de las especificaciones de los clientes.

Otro aspecto particular de los servicios, que influye en el diseño de sus procesos, es su limitada capacidad de ser almacenados. Lo anterior indica claramente la relevancia que tiene la estimación adecuada de la demanda; no sólo será importante conocer cuántos clientes habrá de atender, sino también el patrón de la demanda a largo tiempo. Suponiendo que se contase con pronósticos adecuados, existen diferentes actuaciones para adecuar la capacidad a la demanda y en particular, para influenciar esta última con el objetivo de lograr el mayor aprovechamiento de aquella.

III. PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA MANUFACTURA

Los sistemas de ingeniería son empleados extensamente dentro de la manufactura. La ingeniería de manufactura planea donde, como y cuando se desarrollará el trabajo necesario para la manufactura de un producto. Incluso coordina la información interna y externa, entrega de datos, trabajadores y maquinas entre otros, promoviendo operaciones eficientes. Esta función puede ser dividida en cuatro áreas de responsabilidad:

- Información para el diseño de productos
- Desarrollo de planes para el proceso de fabricación
- Determinación de especificaciones técnicas
- Solución de problemas durante el desarrollo del proceso de producción

1. Planeación

La planeación de procesos determina la secuencia de operaciones individuales de manufactura necesarias para la producción de una parte dada o un producto. El resultado del proceso de planeación es detallar los pasos a seguir, describiendo las operaciones y asociándolas con la maquinaria, dependiendo esto de la experiencia y juicio de los encargados de la planeación. La planeación de procesos asistida por computadora (CAPP) atiende la automatización de las funciones de planeación desde la base del CAD y de las bases de datos desde el nivel de planta o fábrica.

El empleo de computadoras permite simplificar y hacer más rápido los procesos de planeación, mediante el manejo y dirección de documentos, datos de maquinado, especificaciones de máquina, inventarios, herramientas, datos estándar, así como de los planes ya existentes.

2. Planeación de procesos asistidos por computadora (CAPP)

El manejo de recursos de computación para asistir la planeación de procesos en una determinación sistemática de métodos a ser empleados en los procesos de producción es lo que se conoce como CAPP. Desde el CAPP se maneja el almacenaje, recuperación, distribución y mantenimiento de la base de datos del plan de procesos, así mismo, permite una extensión lógica para el uso de métodos alternativos al proceso, siendo fundamental para el desarrollo del CAPP una estructura de datos sobre fabricación de partes, herramientas y materiales relacionados lógica y categóricamente.

Un sistema CAPP liga la información proveniente de los procesos CAD, MRP II (Manufacturing Resource Planning) y CIM/ (Computer-Integrated Production Management). Por otro lado, el MRP II y las áreas de producción automatizadas requieren de un mapeo detallando la ruta y tiempo del proceso de manufactura.

Los sistemas CAPP se enfocan alrededor de dos tecnologías: la *variable* y la *generativa*. Los sistemas variables emplean el código GT (Tecnología de grupos) para una nueva parte registrada en la base de datos identificándola o aproximándola hacia la planeación del proceso. El código GT identifica y conduce los componentes relacionados y procesa ventajosamente sobre sus similares en diseño y producción.

Un sistema CAPP es básicamente un sistema de edición que habilita la planeación de procesos mediante la creación de nuevos planes por recuperación y modificación de los ya existentes.

En cuanto a los sistemas generativos, estos son similares a un sistema experto, es decir, son programas de computación. Las reglas para la creación del plan del proceso son codificados, y su planeación es a través de pasos, siendo lógicamente analizados y modificados los planes existentes hasta llegar a uno nuevo, que será capturado y almacenado dentro de la base de datos.

Lo anterior es apropiado para el manejo de algoritmos que definen varias decisiones tecnológicas proporcionando las siguientes ventajas:

- planes consistentes
- planeación independiente
- empleo óptimo de la manufactura
- compatibilidad con nuevas tecnologías
- mayor calidad

En resumen podemos decir que el CAPP opera como interfase entre el diseño, la producción y la ingeniería de manufactura, optimando las operaciones y procesos a nivel de planta, así como también es un elemento indispensable en la integración del ambiente CAD/CAM.

3. Ingeniería asistida por computadora (CAE) aplicada a la manufactura

Antes de convergir en un punto en común el empleo de computadoras y de sistemas gráficos iterativos dentro de la manufactura, el diseño de productos se calculaba manualmente, indicando las áreas o partes críticas desde el punto de vista de la ingeniería. Estos resultados sobre diseño permitían buenas aproximaciones.

Actualmente el empleo de computadoras en la ingeniería ha cambiado radicalmente el proceso de diseño así como sus resultados. El uso de técnicas como el análisis por medio del elemento finito y la simulación dinámica permiten al diseñador conocer la estructura de los materiales y su comportamiento, dando lugar a desarrollos más complejos e innovadores.

Por tanto, podemos decir que el CAE es un proceso integrado que incluye todas las funciones de la ingeniería que van desde el diseño propiamente dicho hasta la fabricación. Esto supone, en la práctica, el empleo de sistemas gráficos interactivos combinados con técnicas de modelado geométrico, análisis de estructuras, diseño y dibujo de detalle de piezas, simulación, análisis por elemento finito y evaluación del elemento diseñado. (Figura 3.1).

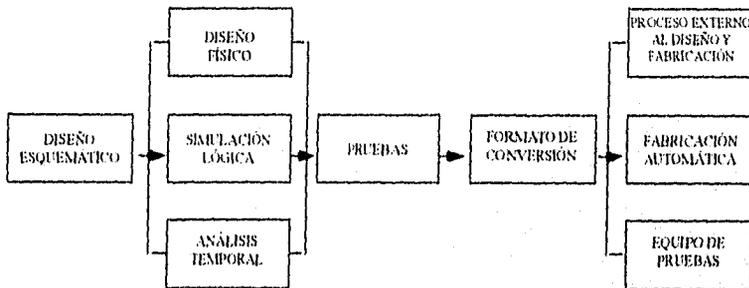


Figura 3.1 Centro de trabajo CAE*

El elemento central del concepto CAE es el modelado geométrico, y consiste en la representación del modelo geométrico en la memoria de la computadora. Dependiendo del sistema CAD/CAM que se emplee, el modelo geométrico puede representarse en dos o tres dimensiones.

El Método de Elemento Finito es considerado actualmente como la técnica más generalizada para el análisis de una estructura o modelo. En esta técnica se emplea una malla de elementos sencillos para representar a la pieza, misma que servirá para representar características impuestas o determinadas condiciones de trabajo como por ejemplo esfuerzos, deformaciones, flujo de calor, etc.

* Fuente: Sist. CAD/CAM/CAE, Diseño y fabricación por computador.

Gestión de la producción

Habitualmente se asocia el concepto de gestión (management) al conjunto planificación-organización-control. Planificación equivale al establecimiento o formulación de objetivos y de las líneas de acción para alcanzarlos; organización a la estructuración de tareas, distribución de responsabilidades y autoridad, dirección de personas y coordinación de esfuerzos para dirigirlos hacia la consecución de los objetivos; control para garantizar que los resultados y rendimiento obtenidos se encuentran dentro del intervalo marcado y para tomar las medidas correctoras necesarias en caso de desviación significativa.

Llevados estos conceptos a la gestión de la producción tienen su traducción concreta dentro de un ámbito, importante pero parcial, de la organización. La planificación se centra en seleccionar aquellos objetivos de la organización que tienen su repercusión en producción, formularlos en términos productivos y completarlos con los objetivos derivados, y establecer las políticas, programas y procedimientos para alcanzarlos (incluyen el esfuerzo para el diseño del producto y de las instalaciones y el uso de los procesos existentes). Organización en el establecimiento de las estructuras formales de división del trabajo dentro del subsistema, determinar, enumerar y definir las actividades requeridas y asignar la responsabilidad de realizarlas. Control para garantizar que los planes diseñados para el subsistema se cumplan, captar la información necesaria directamente de las operaciones, vigilar el rendimiento obtenido y tomar las medidas correctoras oportunas.

Una de las formas más convenientes para clasificar el conjunto de problemas de gestión de los sistemas productivos es la que hace referencia a las dos categorías mayores de decisiones: las relacionadas con el diseño de sistemas destinados a producir cierto bien o servicio y las relacionadas con el funcionamiento y control del sistema; es decir, en cierta forma, las decisiones cuyo impacto cubre un horizonte relativamente amplio y aquellas en que el impacto es a corto plazo (semejante a las decisiones tácticas y operativas). La importancia relativa acordada a los factores costo, servicio, calidad y fiabilidad de los resultados funcionales depende de la finalidad básica de la organización y de la naturaleza de los bienes o servicios.

Decisiones a largo plazo relacionadas con el diseño de sistemas productivos:

1. *Previsión y planeación a largo plazo*, para definir la política de productos y de mercados, orientar las actividades de investigación y de desarrollo, dimensionar las capacidades productivas a instalar y decidir las ubicaciones de las mismas.
2. *Selección de equipos y procesos*. Normalmente existen diversas variantes de equipos y procesos para atender una necesidad, que difieren entre sí esencialmente por el equilibrio de los costos (costo de instalación frente al costo de funcionamiento), y en los aspectos de calidad, volúmenes alcanzables, necesidades de mano de obra y nivel de automatización, etc. Las decisiones de este tipo comprometen al capital de la empresa y su enfoque productivo.

3. *Diseño productivo de los elementos fabricados*. Los costos de producción están íntimamente ligados con el diseño de las piezas, productos, etc. Las decisiones de este tipo acaban por fijar el límite alcanzable por las características de calidad, el costo, etc. Incluidas aquí las decisiones hacer/comprar (make or buy)
4. *Diseño de tareas y medida del trabajo*. El diseño de tareas es una parte integral del diseño total del sistema, incluyendo tanto la organización básica del trabajo como la incorporación de los criterios de la ergonomía, a fin de que este diseño sea el adecuado. La medida de los requerimientos de tiempo que se precisan para la realización del trabajo representan un problema significativo para la obtención de los datos básicos para muchas decisiones, tanto de diseño como de gestión (programación). Por otra parte, el problema del diseño de las tareas se encuentra inmerso en un contexto más amplio, el de los sistemas socio-tecnológicos, donde las soluciones únicamente técnicas pueden no conducir a los resultados deseados.
5. *Localización del sistema (y de los subsistemas)*. En algunos casos las decisiones de localización pueden ser extremadamente importantes para equilibrar los costos determinados por las distancias a los mercados y a los suministros de materia prima; en otros, la localización secuencial en el tiempo de los subsistemas productivos en evolución puede ser determinante para alcanzar una situación final adecuada.
6. *Distribución en planta*. Las operaciones, los subsistemas y los equipos deben situarse uno respecto a otros en una configuración adecuada para la facilidad del funcionamiento y la eliminación de las manipulaciones excesivas del material, cuya influencia a los costos puede ser muy significativa.

Los sistemas productivos son el resultado de un largo proceso de diseño, desarrollo, modificación y rediseño. La alta dirección establece previsiones y planes a largo plazo con el fin de determinar cuáles deberán ser los diseños futuros de los productos, la cuantía y variedad de la demanda, el tamaño y situación de los mercados. Estos planes son críticos, pues es basándose en los mismos que la organización asume sus compromisos a largo plazo. Estos compromisos se extienden a tres áreas principales, en cada una de las cuales es posible que se realice cuantiosos desembolsos: el *producto* (diseño características, nivel de calidad), el *mercado* (situación, extensión) y el *sistema productivo* (capacidad instalada y tipo de tecnología empleada). Aunque estos compromisos no son irrevocables en el estricto sentido de la palabra, sólo se pueden modificar soportando un costo generalmente muy alto y con unos plazos de modificación importantes.

Planeación de operaciones

La planeación de operaciones pretende transformar las previsiones de la demanda en un *plan base o director* de producción factible. Para ello precisa evaluar los requerimientos de recursos (críticos) que representa el plan director, compararlos con los disponibles, y tomar

medidas para eliminar las necesidades superiores a las disponibilidades y, en ocasiones, para reducir el exceso de recursos subempleados

El proceso de planeación, incluso referido a la producción puede tener diferentes significados, en función de los objetivos buscados. Un plan constituye una guía para alcanzar dichos objetivos, y de la misma forma que puede establecerse una jerarquización de los objetivos, se puede establecer una jerarquía de planes. En este contexto la línea de actuación está en el conjunto planeación-ejecución-control, en la idea de que la planeación es un proceso iterativo en el tiempo en el que los planes son "deslizantes", es decir, el plan se extenderá a cierto ámbito temporal, denominado horizonte, pero antes de que haya transcurrido este tiempo se establecerá otro plan, del mismo horizonte, que por tanto tendrá una parte traslapada con el anterior (aunque posiblemente en ella no figuren exactamente las mismas actuaciones ya que, tanto las incidencias ocurridas como las nuevas previsiones induzcan a corregir las anteriores). La frecuencia de actualización del plan no suele ser tratado en bloque, sino que se subdivide en periodos o intervalos más pequeños, no necesariamente de igual magnitud, y en cuanto más lejano del momento actual menos necesidad existe de precisión.

En el plan se detallan las acciones a realizar, siendo en el caso de los planes de producción el número de unidades o de operaciones a realizar en un intervalo dado una magnitud característica.

El interés se centra en los denominados plan director de producción (PDP), plan director detallado (PDD) y el programa; los dos primeros entran en la actividad que se denomina planeación de operaciones, mientras que el tercero se inscribe en la programación de operaciones.

Los objetivos que se persiguen al establecer el PDP son dos, uno a corto plazo y otro a mediano plazo. A corto plazo el PDP será la alimentación de las funciones gestión de materiales y programación de la producción y de su instrumento el cálculo de necesidades de subconjuntos, componentes y materiales. A mediano plazo, el PDP permite saber lo que se pretende producir en un horizonte suficientemente alejado, para tener tiempo de tomar medidas de ajuste necesarias de los recursos críticos de producción (esencialmente relativas a capacidades de producción), tales como adaptación de maquinaria, reequilibrado de líneas, variaciones de plantilla, subcontratación, introducción de turnos especiales, constituciones de stocks previsionales, etc.

A este respecto es conveniente detenerse en el nivel de precisión que deben tener las referencias que figuran en el plan detallado, y que conviene distinguir en tres casos según la actividad de la empresa:

1. Empresas que entregan a sus clientes productos a partir de un stock de productos terminados normalizados, descritos en el catálogo comercial. En este caso el PDD es un plan de entregas al stock de productos acabados perfectamente identificados a partir de

su referencia en catálogo. Aquí las referencias del plan corresponden a las referencias de productos acabados

2. Empresas que fabrican bajo pedido, a partir de unos planos, productos específicos no estandarizados (taller abierto). En este caso la producción suele tener lugar después de una larga etapa de concepción en la oficina de proyectos del cliente o de la empresa, y el PDD corresponde al carnet de pedidos.
3. Empresas que personalizan en el momento del pedido, mediante un abanico de opciones o variantes, el producto acabado a entregar al cliente, a partir de un catálogo que define en estándar:
 - las máquinas base
 - las variantes posibles
 - las opciones posibles
 - las combinaciones autorizadas entre estos elementos

Las informaciones de las que se parte para la elaboración del PDP son esencialmente:

- Pedidos de clientes.
- Previsión de ventas de productos acabados
- Previsiones de ventas de recambios para los servicios posventa
- Necesidades temporizadas de componentes o subconjuntos expresados por otras unidades productivas del mismo grupo.
- Objetivos de constitución de stocks.

a las que se deben añadir datos técnicos, laborales y económicos:

- Agrupación de los productos en familias y lenguaje de descripción detallado y compacto.
- Estructura del producto (lista de materiales), al nivel de detalle requerido por cada tipo de planeación.
- Procesos de producción para cada producto o familia (id.).
- Capacidades de los procesos, máquinas y subsistemas (id.). Tasas de producción.
- Procesos y rutas alternativos.
- Calendario laboral y acuerdos existentes.
- Plantilla
- Costes asociados con las diversas modalidades.

Programación, lanzamiento y control

De la misma forma que el PDD indica las cantidades de cada producto acabado (y eventualmente de piezas y subconjuntos para recambios o para otras plantas productivas) a fabricar para su disponibilidad o entrega cada intervalo del horizonte, a fin de permitir fijar el

nivel de actividad del sistema productivo para poder programar la fabricación y los aprovisionamientos. Esta función la realiza el cálculo de necesidades. Más concretamente el cálculo de necesidades por objetivos:

1. Definir qué subconjuntos, componentes y materiales deben fabricarse o aprovisionarse, en qué cantidad y para qué fecha de disponibilidad, a fin de respetar el plan director detallado.
2. Proponer las órdenes de fabricación o de aprovisionamiento correspondientes (órdenes planificadas), e indicar sus fechas de lanzamiento máximas (más tardías).
3. Proponer modificaciones de las órdenes en curso.
4. Proporcionar al responsable de programación las herramientas que le permitan conocer las consecuencias en las disponibilidades de los eventuales retrasos e incidentes.

Los elementos a tener en cuenta en el cálculo de necesidades son los siguientes:

1. El cálculo se realiza a partir de la estructura del producto o lista de materiales, efectuando una explosión, nivel a nivel, del PDD.
2. En cada nivel y para cada artículo, se acumularán intervalo a intervalo, las necesidades del mismo cualquiera que sea el origen. Esto obliga a que cada artículo se encuentre situado en el nivel más avanzado que corresponde a sus utilizaciones.
Hay que tener en cuenta en los cálculos las existencias, tanto en forma de stocks como de órdenes en curso, que suministrarán el artículo considerado dentro del horizonte considerado. Esto nos lleva a distinguir las necesidades brutas, que son las resultantes de la explosión, de las necesidades netas.
3. Se tendrán en cuenta las reglas de lotificación y de agrupaciones económicas. En general estas reglas llevarán a planificar para cada intervalo dado una cantidad superior de las necesidades netas para tener en cuenta los costos de preparación, lo que conducirá eventualmente, a necesidades netas nulas o inferiores a las correspondientes sin lotificación en algunos de los intervalos siguientes. La constitución de lotes de fabricación puede darse a todos los niveles de la estructura.
4. Otro aspecto importante hace referencia a los plazos de obtención de los artículos, cuyo conocimiento puede obtenerse de los ciclos. Las fechas indicadas en el PDD corresponden a aquellas en las que debe disponerse del producto, y análogamente en la explosión se irán determinando las cantidades de los artículos que se necesitan para unas fechas determinadas (definidas por los intervalos). Dichas fechas deben ser corregidas en función del plazo, a fin de adelantar el lanzamiento de las órdenes de los niveles sucesivos.
5. En el caso de utilizar para ciertos artículos un stock de seguridad, deberá tenerse en cuenta fijar las necesidades netas.

4. Control de calidad

La creciente automatización del diseño, métodos de producción y procesos, demanda que sea considerada la manufactura de productos al nivel de línea tomando en cuenta especificaciones y requerimientos, por tanto, se tiene como compromiso un intercambio de información y acciones que dan como resultado productos con calidad, reducción de piezas defectuosas y un bajo costo del ciclo de producción.

La ingeniería y la computación aplicada al control de calidad es una disciplina que establece pruebas, inspecciones y criterios, así como interpretación de datos. El control de calidad asistido por computadora (CAQC) abarca aquellas funciones desde el proceso de creación del producto (desarrollo) hasta su elaboración teniendo como objetivo otorgar una garantía de calidad del mismo. La inspección asistida por computadora (CAI) y las pruebas asistidas por computadora (CAT) son dos extensiones del CAQC, mismas que actúan automáticamente por medio de sensores.

Al considerar el sistema para control de calidad, hay que distinguir las tareas de control de calidad y las asignadas al departamento encargado del mismo. Las operaciones de control de calidad abarcan desde la planeación de productos hasta la venta y servicio y, generalmente las operaciones intermedias se encuentran distribuidas entre los departamentos de diseño, compras, fabricación, inspección, venta y servicio posventa. Si las operaciones de cada departamento se fijaran sistemáticamente y sin omisión teniendo en cuenta las tareas requeridas para realizar el control de calidad y todo el departamento cumpliera con seguridad las tareas repartidas, nunca se producirían problemas en el control de calidad. Esta cuestión de control de calidad es más difícil de dominar en comparación con otros factores que requieren el control en el proceso de producción, es decir, el plazo de entrega y el costo; puede ocasionar que con el suministro de productos defectuosos se pierdan sus clientes, o en casos extremos, que aun después de perderse la confianza de sus clientes no lo advierta el personal de la compañía. Por eso, es preciso que se provea como personal de staff un departamento que tiene por misión vigilar si están efectuándose sin falta y con seguridad todas las actividades para el control de calidad y, si es necesario, trazar un plan de ajuste y mejoramiento.

El control de calidad es uno de los elementos principales de las operaciones administrativas de una empresa y su modalidad debe estar de acuerdo con el programa antes de trazar un plan a largo plazo de control de calidad. Los planes a largo plazo de control de calidad se clasifican en dos grupos: uno es el que abarca la planeación de mercancías, el desarrollo de nuevos productos, etc. concerniendo a la llamada calidad "hacia adelante" (calidad ofensiva), y otro es el que tiene relación con la calidad "hacia atrás" (calidad defensiva) y se ve, por ejemplo, en la lucha contra la repetición de reclamaciones, es decir, el sistema de aseguramiento de calidad no se evalúa por criterios cualitativos sino por los cuantitativos, con el objeto de juzgar a largo término si han salido fructíferas o no las actividades para el control de calidad. Estos dos grupos algo de interrelación pero difieren entre sí en sus naturalezas temáticas; por eso, se recomienda tratarlos por separado.

IV. INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍA

1. Producción integrada por computadora (CIP)

Los avances en tecnología de computación tienen un fuerte impacto en los procesos de manufactura, promoviendo una mejor integración del CAD y CAM, al mismo tiempo permite librar las barreras de comunicación tanto los problemas típicos de las mismas tales como:

- Incremento en los errores humanos
- Largo tiempo de programación NC
- Largo tiempo de espera
- Decremento de productividad
- Reducción de información

Tales problemas han sido resueltos desde el punto de vista de la ingeniería y la producción por métodos de estudio e implantación de estrategias para asistir por computadora ciertos subsistemas donde intervienen ambas funciones, compartiendo datos de operación en el ciclo de producción.

La integración de los sistemas CAD y CAM dentro del proceso de producción permite la creación de un sistema de acopio, recuperación, manipulación e información gráfica de excelente rapidez y confianza, por consiguiente se presenta optimización del empleo de energía, materiales y del personal del área de manufactura.

La tecnología CAD/CAM integrada incluye conceptos de hardware y software que toman lugar a partir de un resultado lógico de la evolución de procesos, es decir, desde la planeación, soporte y alta dirección en conjunto con el reemplazo o modificación de los sistemas ya existentes.

Un programa de integración CAM (ICAM) es esencialmente un plan que produce sistemáticamente módulos relacionados para efficientizar la dirección de la manufactura y sus operaciones, a través de la incorporación de técnicas compatibles y estandarizadas.

El programa ICAM a largo plazo incluye el establecimiento de sistemas modulares, desde los cuales se asisten e integran diversas fases del diseño, fabricación y proceso de distribución asociados jerárquicamente de acuerdo a las prioridades del plan maestro. En esencia, el programa ICAM provee la ruta básica para la integración del CAD y el CAM.

ICAM

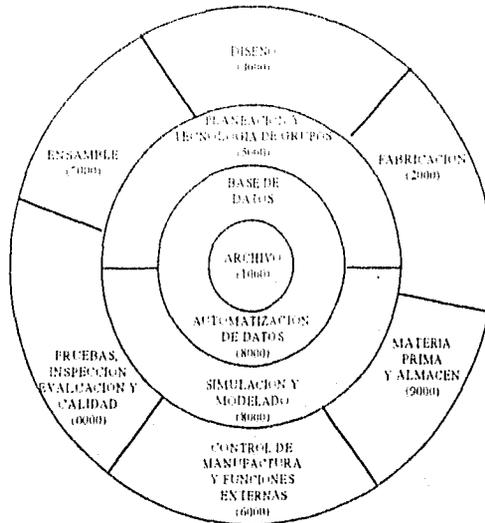


Figura 4.1 Programa de Integración CAM*

En cuanto a la figura 4.1, indica las áreas de introducción del programa ICAM, señalando por medio de etiquetas de cuatro dígitos el tópico correspondiente del área responsable de cada actividad.

2. Integración de tecnologías CAD/CAM

La comunicación de datos dentro de los subsistemas CAD/CAM o CIMS (Subsistemas de manufactura integrada por computadora) emplea un acceso compartido a un sistema de base de datos común, por lo que un CIMS desarrolla un ambiente de trabajo mediante especificaciones y características conjuntas.

Una estructura tipo (figura 4.2) tiene los siguientes objetivos principales:

- Definir una estructura CAD/CAM independiente hasta donde sea posible de acuerdo a las características de hardware y software del paquete
- Describir una estructura CAD/CAM orientada a cada empresa o industria en particular
- Estructura enfocada hacia el desarrollo de actividades futuras
- Empleo de sistema de base de datos común

*Fuente: Foston, Fundamentals of CIM

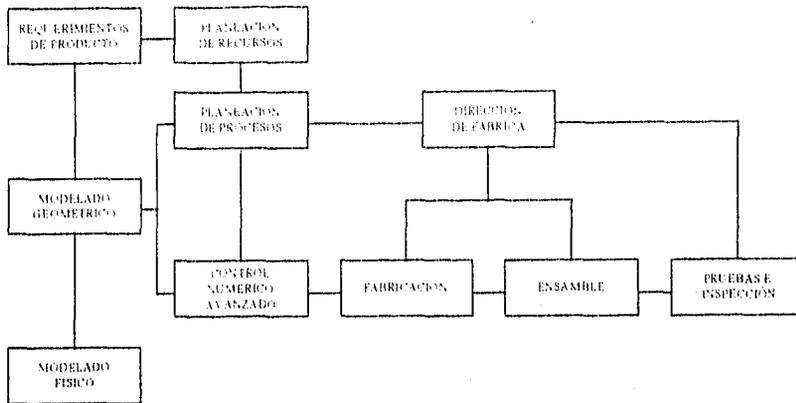


Figura 4.2 Estructura tipo*

El CAD, CAPP y CAM juegan un papel importante en la cogeneración de una base de datos común para el diseño de productos, por lo que, los datos están referidos desde el ERD (engineering released database) permitiendo cambios en la información así como su manejo el control de datos de ingeniería o EDC.

El sistema integrado consistirá de subsistemas tales como la base de datos común, distribución, comunicación y dirección de datos, así como de diccionarios y traductores de lenguaje, permitiendo un trabajo conjunto seguro, eficiente y productivo.

3. Bases de datos

Una base de datos común contiene la información conjunta del CAD, CAM y el CAPP mostrando una relación entre las cuatro bases de datos pertenecientes a cada subsistema. La base de datos del CAD contiene las partes de diseño como dimensiones del modelo geométrico, costo de materiales, planos código GT (tecnología de grupos), documentación y pruebas. La base de datos para el CAM incluye datos técnicos específicos para elaborar las partes incluyendo los datos de control numérico, órdenes, inventarios, equipo utilizado en el proceso y programas de trabajo. Por otro lado, la base de datos CAPP proporciona la información referente a códigos GT, planes de proceso, estándares, maquinabilidad y herramientas. Bajo el control de una computadora las tres bases de datos interactúan generando el ERD (engineering released database) también referido como base de datos común. (Figura 4.3).

*Fuente: CAM-I, Computer Aided Manufacturing International, Inc.

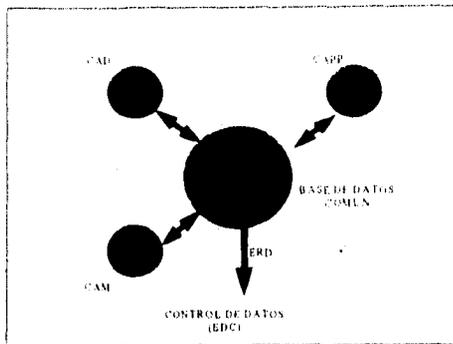


Figura 4.3

La información de la base de datos común es controlada y distribuida a otras aplicaciones. Las aplicaciones típicas usadas son la planeación de los recursos de la manufactura (MRPII), sistemas de manufactura flexible (FMS), control numérico (NC), pruebas asistidas por computadora (CAT), inspección asistida por computadora (CAIN), etc.

Un punto de interés es que todos los datos pueden ser registrados en la base de datos común, por lo que puede ser vista como referencia o estándar, reflejando los cambios hechos en el abastecimiento/acceso de datos de las bases de datos locales.

Las comunicaciones en las bases de datos hacen posible eslabonar la distribución por medio de un sistema gerencial que consiste en muchas islas de base de datos las cuales están conectadas y ubicadas de forma que se facilite la manufactura. Cada base de datos es manejada por su propio sistema administrador de base de datos (DBMS), siendo este un software especial que provee la interfase entre las aplicaciones del programa y la recopilación de la información de las otras bases de datos. Las características del DBMS son:

- Construcción física de la estructura de información
- Control restringido de acceso de información
- Simplificación de sistemas
- Actualización constante de información
- Registro automático

Sistema de mantenimiento de datos por nivel	Banco de datos	Sistema de gestión de archivo	Sistema de datos de proceso
Dirección de empresa			
Dirección de área			
Planeación			
Control de proceso			
Proceso			

Tabla 4.1

4. Sistemas de comunicación

La integración de los sistemas de comunicación es el elemento crítico que facilita la integración de las islas de automatización, computadoras, bases de datos, y funciones de soporte tales como supervisión, control de la producción, control de calidad y mantenimiento dentro del ambiente CAD/CAM, además, trae consigo genuinos estatus de automatización para la operación industrial.

Las comunicaciones en la fábrica ayudan a mejorar la productividad ya que se puede conseguir una información adecuada en el lugar correcto a la hora exacta. El tiempo real de comunicación de los eventos y los parámetros de los datos entre los controles permiten coordinar la automatización de los elementos de un proceso, al mismo tiempo, alertan sobre los problemas, pudiendo tomar una solución rápida y adecuada.

La comunicación se debe realizar en todos los niveles de la fábrica como resultado de la necesidad de información y control (Figura 4.4).

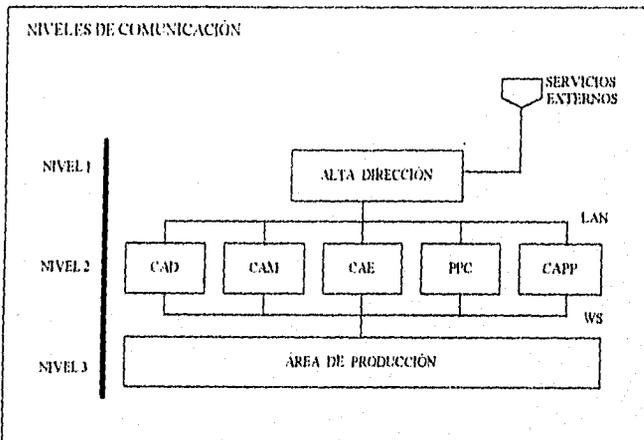


Figura 4.4

La comunicación de alta dirección que se encuentra en la cima de la estructura jerárquica (nivel 1), en el que opera el ambiente de gerencia, lo cual ayuda a soportar la operación mecánica de los negocios, así como también los procesos de operación de la planta.

A nivel planta la comunicación entre el nivel 1 y nivel 2 es encadenada mediante redes LAN, empleándolas como estructura del sistema de comunicación por su alta velocidad de respuesta.

La comunicación con la planta, es decir, la información de la producción es comunicada de un nivel 2 a un nivel 3 mediante workstations. La comunicación soporta la interacción de los departamentos en los procesos de producción y sincroniza el soporte, los sistemas de control y los programas de producción.

En cuanto a la implantación de sistemas integrados de comunicación no es una tarea fácil, por lo que debe aproximarse como solución en seis áreas funcionales:

- Distribución
- Monitoreo
- Adquisición y recolección de datos
- Supervisión
- Programa soporte
- Información de alta dirección

5. Comunicación en planta

La comunicación en planta funciona como la transmisión de la información entre los puntos de origen y destino, esto incluye la comunicación de datos con una sintaxis única. El corazón de una fábrica debe contar con un sistema de comunicación digital computarizado por un grupo de computadoras interconectadas.

Cada computadora es seleccionada según su habilidad y eficiencia requerida para cada lugar. El resultado del sistema de comunicación en planta es un complicado sistema de integración que debe transmitir datos e información en diferentes direcciones a la vez entre la computadora central y las diferentes terminales, las bases de datos, máquinas, etc.

El término arquitectura es comúnmente usado para describir las redes de trabajo (network). Una red de trabajo abarca hardware, software, control encadenado de datos (DLC), estándares, topología y protocolos.

Un protocolo define como se establece la comunicación, intercambian la información y finalizan las comunicaciones.

En otras palabras, un protocolo es una forma de establecer convenciones, reglas entre el proceso de comunicación acerca del formato y contenido del mensaje.

El encadenamiento de datos se da mediante un equipo electrónico que permite la transmisión automática de la información en forma digital. Esto es un ensamble, o instalación del equipo tal como un dispositivo electrónico, terminales, máquinas y las interfaces de los circuitos que estén operando en un sentido en particular el cual permite a la información ser intercambiada

entre todas las instalaciones. El método específico de operación es definido mediante la transmisión de códigos, transmisión via modems y el control de la dirección. Cuando se envía o se recibe desde un sitio o lugar se deberá conocer la identificación y secuencia del mensaje que empieza a transmitirse entre todos los usuarios, la ruta de conexión es usualmente compartida por más de un usuario como una configuración de multipunto. Una línea multipunto a veces llamada línea multidrop es una línea de comunicación que tiene diversos controles que se comparten al mismo tiempo bajo el control central.

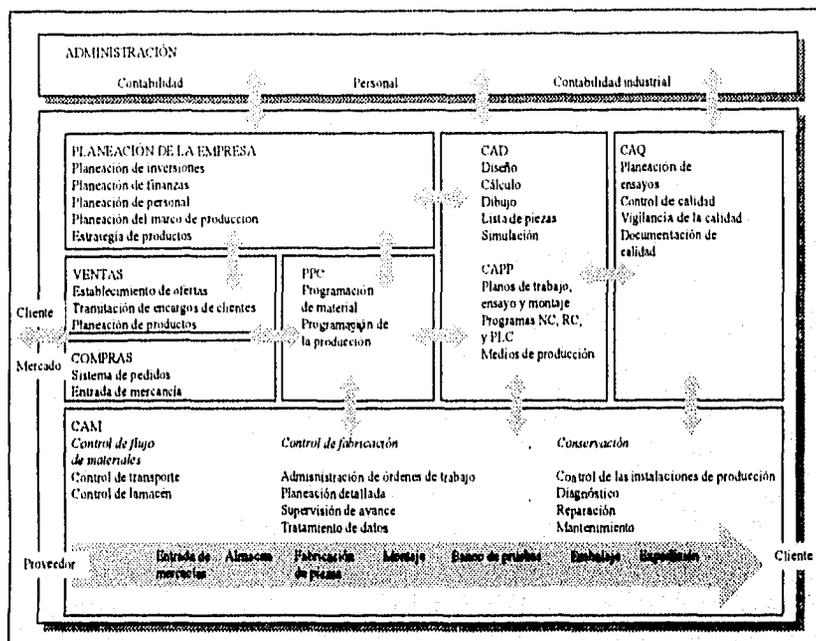


Figura 4.5 Ámbito funcional de comunicación en planta*

El manejo del flujo de información a través de la ruta de comunicaciones o cadenas de información provee todo lo necesario para cualquier necesidad. En esencia el control encadenado de datos es un tipo especial de protocolo el cual consiste en una combinación de software y hardware localizado en cada sitio de la red de trabajo (network).

Las típicas funciones del DLC (control encadenado de datos) son las siguientes :

- Sincronización de los mensajes que se mandan y se reciben.
- Control de la información que se manda y se recibe.
- Recobrar y rescatar los errores de la transmisión entre dos puntos.
- Mantener en buenas condiciones la cadena de información.

* Fuente: Siemens, CIM consideraciones básicas

Las topologías describen superficialmente la organización de los elementos, como son los sistemas de comunicación típicos como líneas telefónicas, señales encadenadas de radio, conexiones en serie, conexiones en paralelo y sistemas de módulos en las líneas de poder. El escoger las topologías depende de factores tales como: costo, tiempo de respuesta y capacidad.

Los sistemas para la transmisión de la información son aprovechados por muchos vendedores que proveen productos para servicios y operaciones específicos. Por lo que un grupo heterogéneo de sistemas causa muchos problemas en la integración de las islas automatizadas de la fábrica siendo los problemas de integración los siguientes:

- Falta de una interface universal, comunicación, control y estándares de protocolo entre los fabricantes de los diversos sistemas
- Inexistencia de estándares
- Falta de un acuerdo universal para el grupo de estándares entre las industrias, organizaciones manufactureras y usuarios.

A menos que se predetermine un parámetro para el paquete de estándares, especificando la operación del sistema, la fábrica que intente conectar equipo de varios proveedores será un caos. Los estándares típicos se muestran en la tabla 4.2

Una red de área local (LAN) es el medio que se utiliza para conectar varios tipos de equipo. Todos los dispositivos que se pueden comunicar de una u otra forma en un ambiente CIM pueden estar entrelazados mediante alguna forma de interface , la cual puede ser una red LAN con características específicas. Las características típicas de una red LAN son las siguientes:

- Cuenta con una velocidad media-alta para lograr el intercambio de datos e información.
- Se logra un suministro confiable de información durante las comunicaciones.
- El uso de las LAN son propiedad de una organización en particular

Una red LAN tiene 4 componentes que sirven para la transportación de datos e información entre los usuarios finales (usuarios de workstation, control lógico de protocolos, interface media y trayectorias físicas).

Control lógico de protocolos: toma la información de los usuarios y la convierte mediante un protocolo con el fin de comunicar dos equipos de diferente marca o procedencia. El control lógico de protocolos también controla las redes LAN y el acceso de los usuarios a las redes.

Estándar	Propósito
ISO/OSI	Describe siete niveles jerárquicos (aplicación, representación, acuse de recibo, transporte, establecimiento de comunicación, la forma en que subdivide las funciones necesarias para el establecimiento de una comunicación, protección y transmisión de bits)
RS232	Provee la interface entre la comunicación de datos del equipo (DCE) y la terminal (DTE)
ASCII	El código de estandarización americano para establecer el intercambio de información, al mismo tiempo funciona como un código de comunicación de datos para la transmisión en serie.
IEEE-488	El propósito general de las interfaces bus (GPIB) es permitir dos caminos de comunicación paralelos entre las computadoras y los aparatos externos
SDLC/HDLC	La sincronización del control encadenado de datos (SDLC) y el alto nivel del control encadenado de datos (HDLC), son los protocolos que definen el control lógico del flujo de información entre dos o más computadoras. Ellos definen el método por el cual las estaciones de las computadoras son direccionadas con cada computadora y terminal.
IEEE-583CAMAC	La interfaces de un sistema de instrumentación nuclear, los estándares definen la configuración del mecanismo, los conectores eléctricos y la ruta de transmisión de la información.

Tabla 4.2 Protocolos de comunicación

Interface media: funciona mediante la generación de señales eléctricas las cuales son transmitidas en las redes LAN. La interface se encuentra entre la ruta de la información y el control lógico del protocolo. La interface puede tomar diferentes formas; las más comunes en las que se puede encontrar la interface son las CATV (cable de televisión), diodos infrarrojos, antenas de microondas o también en un complejo sistema de emisión de láser en fibra óptica.

Protocolo en la manufactura automatizada: existen muchos tipos y tamaños de redes. Algunos sistemas de redes LAN son propiedades de alguna organización y están confinados a las premisas de esta organización. Otros sistemas de redes LAN son de propiedad pública nacional o internacional a los cuales pueden acceder cualquier usuario. En muchos casos los sistemas de redes LAN pueden también conectarse a una red pública y ser capaz de permitir acceso a los usuarios. Las redes tienen la capacidad de poder conectarse en diferentes tipos de configuraciones o topologías. Cada topología puede constituir toda una red o puede ser tan solo una parte de ella.

Si se desea enlazar entre sí funciones descentralizadas sobre computadoras locales, se necesita una red integradora para establecer la comunicación. La estructura y potencia de esta red deberá adaptarse a cada tarea específica. En la práctica se utilizan para ello las siguientes topologías.

Enlaces punto a punto, que constituyen la posibilidad más sencilla de enlace entre ordenadores.

En el caso de una estructura de *anillo*, cada uno de los interlocutores de la comunicación tienen exactamente dos interfaces, a través de las cuales se enlaza con los restantes abonados. El inconveniente del anillo es que las informaciones se transmiten normalmente a través de varias estaciones, por lo que cada comunicación supone una carga para el anillo y para las conexiones de comunicación de las estaciones que intervienen. El fallo de una conexión puede perturbar todo el sistema.

La *estructura de bus* es independiente de la disposición jerárquica de las estaciones. Los distintos puestos están conectados a un cable común a través de una serie de ramificaciones. De esta manera se tiene la posibilidad física de que cada estación pueda comunicarse con todas y cada una de las demás. El sistema de cableado no es complejo y los gastos ocasionados por las ampliaciones posteriores es lineal.

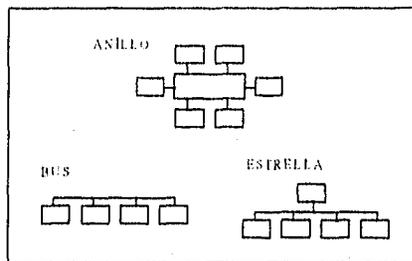


Figura 4.6 Estructura de red.

6. Tecnología de grupos (GT)

La tecnología de grupos es una filosofía basada en el principio fundamental de identificación de atributos de las partes, procesos y datos típicos de la manufactura. En muchos casos un prerequisite para el reconocimiento de los mismos es un sistema mediante el cual los objetos pueden ser clasificados y codificados para tomar ventaja sobre sus similares dentro de las funciones de diseño y producción, otorgando los siguientes beneficios:

- Análisis de las partes y recuperación de la documentación de ingeniería
- Evita la duplicidad del diseño de partes
- Referencia de existencias en el diseño de partes similares
- Desarrollo de los estándares de ingeniería
- Eliminación de la variación de los procesos de manufactura
- Costo interdivisional y comparaciones de capacidad en la manufactura

En el diseño del producto las partes son clasificadas y codificadas de acuerdo a propiedades geométricas similares. Por lo que un departamento de ingeniería será el encargado de clasificar las partes y asignar la relación de atributos dentro de una familia particular, misma que se relacionará con otras.

Dentro de la planeación de procesos la tecnología de grupos almacena la información, misma que permite la asistencia en la creación y operación de celdas de manufactura y actuando como soporte entre diversas áreas.

Un sistema de clasificación deberá ser inspeccionado objetivamente con un claro entendimiento de las aplicaciones planeadas tanto de la base de datos a manejar, basándose en una estructura lógica de datos de acuerdo a las características del modelo geométrico.

El gran potencial de la tecnología de grupos se debe al sistema de codificación formal que asigna a cada parte un código numérico o alfanumérico que describe sus características más importantes dentro de las categorías de los sistemas CAD, CAM, CAB, CAD/CAM y CIM.

La tecnología de grupos requiere por tanto especial cuidado en la planeación (objetivos de la empresa y aplicaciones en los procesos de manufactura) antes de su implantación, por lo que es toda una estrategia.

La similitud entre las partes o piezas que se encuentran agrupadas en el código GT pueden ser empleadas dentro de la producción, por lo que, se presenta la asociación de la celdas de manufactura y máquinas empleadas en la producción de partes similares siendo estas agrupadas y como consecuencia se hace más eficiente el flujo de material y se reduce el tiempo de programación.

7. Sistemas expertos (ES)

Un sistema experto (ES) es un programa complejo que aprovecha los conocimientos de los especialistas para resolver de forma eficiente problemas específicos dentro de un área de aplicación, reproduciendo situaciones reales e hipotéticas bajo el razonamiento que siguen profesionales en la materia.

La estructura básica de un sistema experto se resume de la siguiente forma:

- Conocimiento base. Permite crear extensiones a partir de bases de datos convencionales por medio de la habilitación de almacenamiento de datos.
- Sistema de aplicación. Proporciona pruebas derivadas de situaciones particulares
- Sistema de interpretación. Deriva la información en términos específicos de aplicación.
- Sistema de adquisición de datos
- Sistema de edición y validación

En cuanto a la aplicación de sistemas expertos para el control y toma de decisiones permite crear todo un contexto de técnicas enfocadas a nivel industrial, declinando su costo de implantación al hardware y software de soporte.

Los sistemas expertos proveen nuevas tecnologías significativas para la integración de sistemas de manufactura no solo dentro del nivel de información de un CIM.

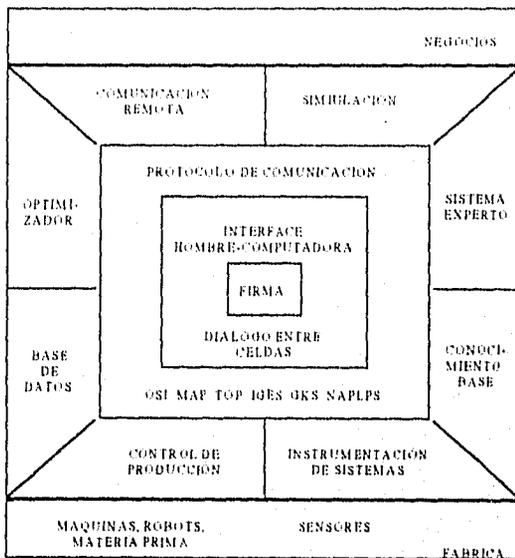


Figura 4.7. Tecnología de información involucradas en un CIM*

La figura anterior muestra una estructura simplificada mínima de soporte de integración efectiva de sistemas de manufactura.

Los sistemas interactivos para toma de decisiones soportados por sistemas expertos y de simulación dan lugar a la implantación de sistemas de manufactura flexible (FMS). En conclusión los sistemas expertos (ES) y las bases de conocimiento son una extensión de las tecnologías de información existentes de particular importancia en el manejo, dirección, control e integración de los sistemas de manufactura.

* A. Kusiak; Artificial Intelligence. Implications for CIM

8. Sistemas de manufactura flexible (FMS)

En la actualidad puede decirse que los diversos sistemas de manufactura flexible (FMS) existentes han sido concebidos y diseñados para realizar tareas de fabricación bastante concretas localizadas sobre objetivos que, en gran medida, dependen de la configuración geométrica, tamaño y volumen de producción de las piezas, o del concepto seguido en el proceso de producción.

La estructura de los sistemas flexibles de producción puede ser analizada contemplando sus flujos de material y de información en forma específica y analizando, posteriormente, las interconexiones que ligan a ambos.

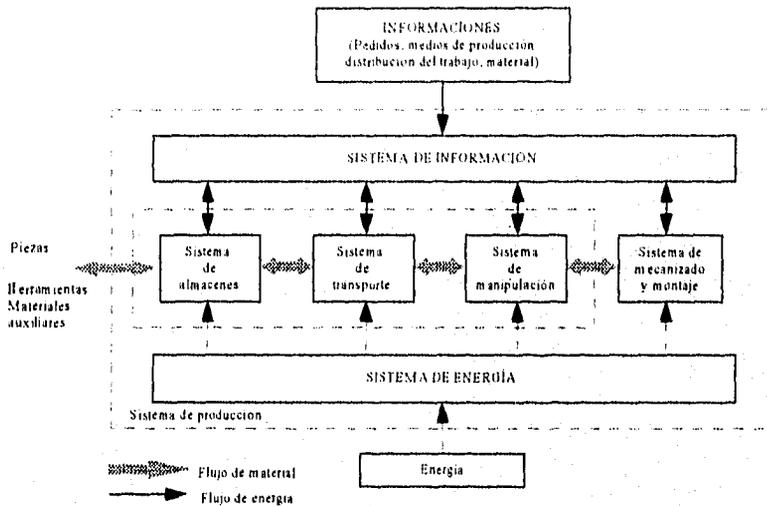


Figura 4.8. FMS con subsistemas y flujos de material e información.*

Desde el punto de vista técnico, en un FMS se dispone de un grupo de máquinas e instalaciones, controlables por computador, enlazadas entre sí funcionalmente por un flujo de material, y controladas y supervisadas a través de un flujo de información que establece una unión informática entre las mismas.

El flujo de material abarca todos los procesos de movimiento y almacenado necesarios para realizar la carga y descarga de las diversas estaciones de trabajo, en cuanto se refiere a materiales, piezas, elementos auxiliares para la fabricación y residuos.

* Sistemas CAD/CAM/CAE

El flujo de información sirve para establecer la unión informática, que se materializa a través del tratamiento de la información que proviene de los dispositivos y elementos integrantes del sistema de control del FMS. El enlace técnico-informático se consigue generalmente mediante sistemas de control numérico directo y de control de los robots desde computadoras externas que, de una manera centralizada, gestionan y distribuyen la información requerida para realizar el control de varias estaciones de trabajo y del flujo de material, así como la captación y elaboración de datos específicos, tomados desde el propio proceso, para mantener la supervisión de éste.

La coordinación y distribución de las tareas se establece teniendo en cuenta los datos técnicos e información obtenidos de los flujos de material y de información, y se ejecuta por medio de una red jerarquizada de minicomputadoras, microcomputadoras y unidades de control programables.

Una célula flexible está normalmente integrada por una o varias máquinas y dispositivos, destinados a ejecutar la misión principal asignada a la misma, y por los correspondientes elementos periféricos para la realización, automatizada de uno o de varios ciclos de trabajo incluidos los procesos de manipulación, transporte y almacenamiento intermedio.

El trabajo que normalmente se asigna a una célula flexible de fabricación es mecanizar o conformar pequeños lotes de un determinado tipo de piezas, en forma totalmente automática.

Para ello, deben ser complementados algunos aspectos tecnológicos de las máquinas de control numérico convencionales incluidas en la célula, mediante componentes y dispositivos que permitan realizar las siguientes funciones: preparación automática de los medios de producción (material e información); manipulación automática de las piezas; control automático de seguridad en la calidad y finalmente, supervisión y diagnóstico, también automatizados, de la realización del proceso.

La preparación de información comprende la capacitación de los datos necesarios para el control de la célula, en lo que se refiere a la realización del proceso, así como los datos necesarios para realizar las correspondientes manipulaciones.

Por lo que se refiere a los elementos de transporte, su objetivo es la transmisión de piezas entre células, o entre células y almacenes. Existen diferentes dispositivos que se pueden catalogar en dos grandes grupos: convoyes o vehículos guiados automáticamente. Entre los primeros se encuentran las soluciones clásicas como las bandas transportadoras, rodillos, dispositivos neumáticos, etc.

En cuanto al almacenamiento, las células flexibles de fabricación suelen disponer de dos almacenes intermedios de regulación, uno para las piezas que van llegando y otro para las piezas que salen mecanizadas. Dichos almacenes son, o bien controlables por computador o tienen las piezas o portapiezas en su caso, situadas en posiciones conocidas alcanzables por los elementos de manipulación automatizados.

Establecidos los componentes tecnológicos que han de configurar una célula flexible de fabricación, es necesario elaborar una planeación del trabajo a realizar por la misma, así como el control del proceso de fabricación que se está efectuando.

Partiendo de la planeación tecnológica del trabajo a ejecutar y del esquema organizativo fijado para realizar el control del proceso de fabricación, se obtiene información básica que permite elaborar un plan de preparación específico para cada célula, a partir del cual se realiza el equipamiento de la misma.

La organización funcional de un FMS puede efectuarse mediante tres conceptos: planificación de las misiones a realizar por todos y cada uno de los elementos integrantes del sistema, realización de dichas misiones, control y supervisión de las misiones realizadas y del sistema.

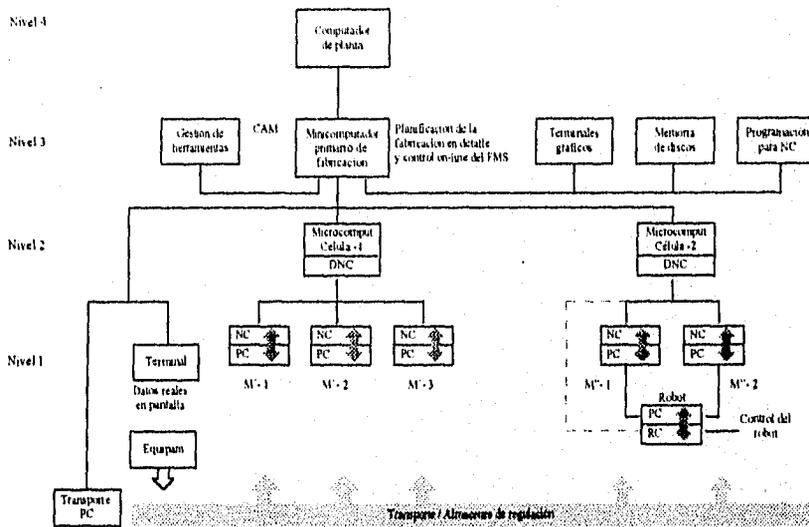


Figura 4.9. Esquema básico de control de un FMS*

El primero de ellos es atendido por la red de informática jerárquicamente superior del sistema (CAD, CAPP, PPC). El segundo precisa el establecimiento de una configuración física del sistema y el estudio pormenorizado del flujo de material. Finalmente, el tercero basa su actuación en la definición de la red informática que ha de controlar el sistema y el estudio específico del flujo de información.

* Sistemas CAD/CAM/CAE

El control y supervisión de los FMS se realiza, usualmente, a través de un sistema de información jerarquizado, integrado por unidades de control autónticas con inteligencia descentralizada, un sistema de transmisión de datos y un computador primario de fabricación que actúa como unidad central de control y supervisión para toda la instalación.

Las funciones a realizar por el sistema están estructuradas en tres niveles jerárquicos, que corresponderían propiamente al proceso de CAM. Por encima de ellos estaría un cuarto nivel, correspondiente al PPC y las relaciones entre el CAD y el CAQ. El primer nivel se ocupa del control de máquinas y medios de transporte. El segundo se ocupa de la concentración y distribución de datos del o para el proceso. El tercero corresponde a la computadora primaria de fabricación y se ocupa de la planeación detallada y control de la producción.

V. NEGOCIOS ASISTIDOS POR COMPUTADORA

La tecnología aplicada a la información tiene un impacto crucial sobre los negocios e industria, provocando cambios en las estructuras corporativas, productos y procesos; incluso tienen un efecto decisivo en la competitividad de las industrias.

El gran avance de la mini y microtecnología han provisto de soluciones a un gran número de problemas de dirección. El concepto de sistemas de procesamiento de información distribuida ofrece alternativas atractivas para sistemas descentralizados, no solo en el área de oficinas sino también en la productiva, donde la información crítica puede ser capturada y analizada para su gestión como parte integral de los procesos de manufactura y ensamble.

Los recientes avances proveen de nuevas expectativas de dirección, que se ven apoyadas por la tecnología en computación permitiendo el entendimiento y cooperación entre todos los niveles funcionales de una industria; donde la integración de los elementos de negocios se ven envueltos dentro del ámbito de la manufactura actuando como soporte del producto en el área de producción.

1. Mercadeo (Marketing)

La industria está organizada tradicionalmente de acuerdo a la función de sus partes. Tales funciones son mercadotecnia, finanzas y producción. Todo tipo de industria tiene funciones financieras y algunas de ellas la de mercadeo, la cual se asocia con el flujo de material incluyendo el producto y servicios.

Algunas compañías han movido la orientación del mercadeo hacia el servicio a los clientes, teniendo como objetivo la satisfacción de sus necesidades. Este objetivo es llamado concepto *marketing*.

Una vez delimitado el objetivo del concepto de marketing se efectúa la planeación a largo plazo de las funciones que intervienen en él, así como el control y el monitoreo de las mismas. Por otro lado, asiste a la estructura, dirección y mantenimiento de los planes anuales directivos sobre producción, finanzas, investigación y desarrollo. El resultado colectivo depende de la habilidad de las funciones del marketing para determinar los niveles de rentabilidad, a través del complejo escenario de productos relacionados, precios, publicidad y distribución de gastos.

Uno de los objetivos de la gestión del marketing es el desarrollo de estrategias que habiliten los recursos de rentabilidad, precios, publicidad y distribución de gastos. Dicha estrategia es conocida como *marketing mix*.

El marketing mix es un paquete de productos y servicios que presentan una perspectiva enfocada a la satisfacción de las necesidades del cliente, que consiste de productos, promoción, establecimiento y precios.

Un método empleado por empresas para hacer disponibles sus productos al cliente es el considerado como establecimiento del marketing mix.

Establecimiento de sistemas canal. La empresa puede decidir qué otras compañías pueden ser miembros del canal y qué recursos pueden ser establecidos para el flujo del producto. La selección de los miembros del canal es un proceso informal, se puede formalizar un poco por medio de recolección de datos describiendo el potencial de los miembros bajo criterios preestablecidos.

2. Sistemas de administración de la producción (CIMPS)

Los sistemas de información computarizados están diseñados para integrar varias funciones de planeación y control de la producción, reduciendo problemas durante la planeación y ejecución de fases del ciclo de manufactura, incluyendo lo siguiente:

1. Capacidad de planta. Carecer de personal y equipo propicia descenso en la producción, sobretiempos y tardanza para cumplir con la cédula de producción.
2. Cédula de producción no óptima. Propicia sobreesfuerzos de trabajo al no tener claros los principios y reglas establecidas, como consecuencia la producción se ve interrumpida, se sobrecargan las máquinas y hay trabajos extras.
3. Largo tiempo de manufactura. La planeación de la producción permite tiempos extras para compensar problemas laborales y de equipo, o ineficiencias en la cédula de producción y como consecuencia se presentan sobrecompras, orden de prioridades confusa y largo tiempo de manufactura.
4. Subempleo de los centros de trabajo. Estos problemas son resultado de una cédula pobre, desperfectos en el equipo, paros y demanda de productos reducida.
5. Ineficiente control de inventarios. El inventario global debe incluir datos sobre materia prima, en proceso y terminada; asimismo indicar costos y características individuales necesarias para la producción.

Planeación de procesos no cumplida. El problema es causado por cuellos de botella en los centros de trabajo en la secuencia planeada.

Errores en los archivos de ingeniería y manufactura. Lo anterior se debe a listas de materiales que no están al corriente, hoja de ruta no actualizada con los últimos cambios del área de ingeniería, inventario inadecuado y conteo de piezas producidas incorrecto.

6. Problemas de calidad.

La integración por computadora de las funciones de planeación y control de la producción incrementan la eficiencia de las operaciones de almacén por una mejor planeación de las cédulas de producción y balancea las sobrecargas de trabajo de acuerdo a la capacidad de producción. Las mejoras de servicios al cliente son el resultado de estos esfuerzos dado que permite reducir el tiempo de orden del cliente a entregar según sean sus requerimientos. Por otro lado, provee una mayor productividad y mejoras en el control de calidad por el continuo monitoreo y retroalimentación de las operaciones de almacén.

Las funciones típicas del CIMP incluyen pronósticos, planeación de la producción, cédula maestra, planeación de requerimiento de materiales (MRP), planeación de capacidad, gestión de la base de datos de ingeniería y manufactura, control de almacén, control de embarque e inventarios, compras, y control de procesos. Los sistemas de computación han desarrollado el desempeño de estas funciones, aunque por sí mismas pueden permanecer estáticas en una mayoría de las empresas.

Básicamente un CIMP se divide en los siguientes cinco subsistemas:

1. Planeación de la cédula maestra de producción. Estos subsistemas auxilian el desarrollo factible de la cédula maestra de producción para la gestión efectiva del inventario de producción. Por otro lado, son vitales en la determinación de recursos requeridos y de la capacidad de almacén.
2. Gestión del inventario de producción. Este subsistema se aplica a lo referente a requerimientos de materia prima, específicamente en los planes de producción basados en los pronósticos de órdenes de trabajo.
3. Cédula del almacén. Planea detalladamente la capacidad de requerimientos asignando los datos de partida de los lotes de producción al mismo tiempo que analiza la carga de producción.
4. Control y monitoreo del almacén. Provee básicamente retroalimentación continua de información, tal como reportes laborales, de máquina y producción.
5. Plan de mantenimiento.

En cuanto al control del almacén se realiza por medio de un sistema de monitoreo al nivel de actividades de producción en planta que reporta al nivel directivo por medio de un sistema

de informática que permite un control efectivo de la cédula, inventarios y calidad de la producción, por tanto, la operación eficiente del área de manufactura depende de la información y del control de la misma.

La dirección de la producción puede requerir información actualizada de último momento, y emplearla para el control de operaciones, por lo que se auxilia de un sistema de monitoreo y control de la producción. El sistema está conectado directamente a una computadora que controla los equipos de proceso, además de hacer los ajustes necesarios automáticamente.

Un sistema de control del almacén debe de proveer las siguientes funciones:

1. Control y asistencia de órdenes prioritarias.
2. Mantenimiento de información de trabajo en proceso por MRP.
3. Monitoreo de órdenes de acuerdo al nivel de información.
4. Proveer datos de salida de la producción de acuerdo al control de capacidad.

Los sistemas de control generan información individual que se emplea en la elaboración y toma de decisiones para la dirección y ejecución de la cédula maestra.

Los sistemas de órdenes de entrada incluyen en el mismo sistema las órdenes de compra de los clientes, líneas de crédito, registro de los inventarios físicos de la compañía y datos de último momento, que se emplean para realizar cualquier transacción. Por otro parte maneja todo lo relativo a compras de materia prima manteniendo en la misma base de datos fechas y precios.

3. Planeación de requerimientos de materiales (MRP)

La planeación de requerimiento de materiales es una técnica computacional que desarrolla los planes maestros para los productos finales, proporcionando un horario detallado para la rama de materiales y componentes usados en los productos finales. Los planes detallados identifican la cantidad de materiales y componentes de los artículos. Esto también nos dice cada cuando un artículo deberá ser ordenado y entregado. El plan maestro provee el plan de producción total para los productos finales en términos de mes a mes o semana a semana según los requerimientos. Los componentes son ensamblados en subensambles simples. Entonces estos subensambles son puestos juntos en un subensamble más complejo y así sucesivamente hasta que se termina de ensamblar el producto final. Cada producción y pasos de ensamble se lleva a cabo en un lapso de tiempo el cual debe ser considerado por el MRP.

La planeación de requerimiento de materiales se basa en varios conceptos básicos, los cuales son:

1. Demanda independiente contra demanda dependiente
2. Tiempos de salida
3. Artículos de uso común.

Demanda independiente contra demanda dependiente. Esta distinción es fundamental para el MRP. La demanda independiente de un producto se lleva a cabo sin relacionar la de otros artículos. El producto final y las partes sobrantes son ejemplos de artículos en los cuales su demanda es independiente.

La demanda dependiente mediante la demanda de los artículos se encuentra directamente relacionada a la demanda de algún otro producto. La dependencia usualmente se deriva del hecho que los artículos son componentes de otros. No únicamente los componentes de las partes, sino también la rama de materiales y subensambles son artículos que se encuentran sujetos a la demanda dependiente.

El MRP es la técnica apropiada para determinar la cantidad de la demanda dependiente de los artículos. Estos artículos constituyen el inventario de manufactura: rama de materiales, partes de componentes y subensambles.

Lumpy demand. En un sistema de orden de punto, la suposición es generalmente hecha y la demanda por los artículos en el inventario debe ocurrir en forma gradual. Esta suposición es importante para desarrollar el modelo matemático que derive la fórmula del tamaño económico del lote. En una situación de manufactura la demanda hecha por la rama de materiales y componentes de un producto se debe llevar a cabo en grandes incrementos y no en pequeños.

El tiempo de salida de un trabajo es el tiempo que debe ser permitido para completar el trabajo del inicio al final. En la manufactura existen dos tipos de tiempos de salida: tiempo de salida de orden y tiempo de salida de la manufactura. Un tiempo de salida de orden para un artículo es el tiempo requerido de iniciación de la requisición de compra a la recepción del artículo del vendedor. Si el artículo está en una rama de materiales que es común para el vendedor, el tiempo de salida de la orden es relativamente corto, tal vez algunas semanas. Si el artículo debe ser fabricado por el vendedor el tiempo de salida podría ser de algunos meses.

En el MRP los tiempos de salida son usados para determinar las fechas de iniciación de los ensambles finales de los productos y subensambles.

En la manufactura la rama básica de materiales es regularmente utilizada para producir más de un tipo de componente. Por otro lado, existen componentes que pueden ser usados en más de un producto final, por lo que el MRP colecta las piezas de uso común de diferentes productos para efectos económicos.

El MRP convierte el horario de producción maestro en un horario detallado para la rama de componentes y materiales.

Las tres entradas al MRP son las siguientes.

El horario de producción maestra y otros datos ordenados

El archivo de facturas de los materiales, las cuales definen la estructura del producto

El registro de los archivos del inventario

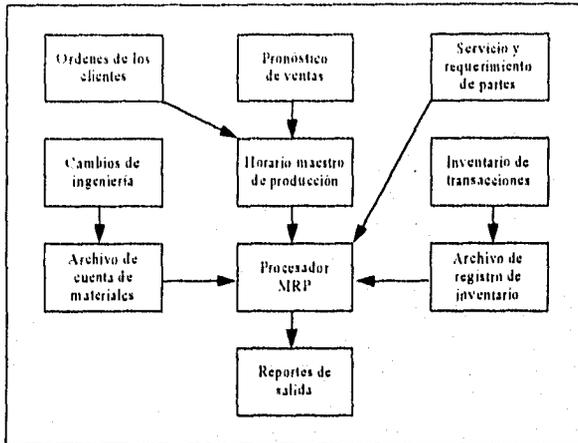


Figura 5.1. Estructura del plan de requerimiento de materiales (MRP)*

El horario de producción maestro es un lista de que productos terminados y de productos que están siendo producidos, así como cuando y cuantos serán enviados. Calcula la orden de materiales y requerimientos de los componentes para los productos finales listados en el horario maestro, la estructura del producto debe ser conocida mediante el archivo de facturas de los materiales. Esta estructura se especifica por la estructura de los materiales, la cual contiene un listado de las partes de los componentes y subensambles de cada producto.

En la figura 5.2 se muestra la estructura de un ensamble. Esta estructura es relativamente sencilla y funciona de la siguiente manera: Un grupo de componentes individuales se ensamblan haciendo dos subensambles, estos dos subensambles a su vez se ensamblan formando el producto. Esta estructura debe especificar cuantas piezas serán subensambladas.

* Fuente: Groover, Industrial Robotics, Technology, Planning and Applications

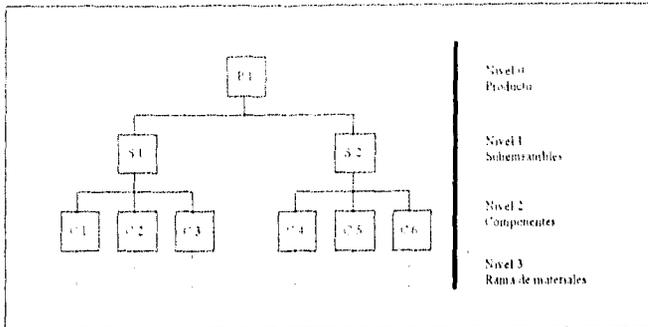


Figura 5.2. Estructura del producto*

El control de inventarios debe llevar a cabo un óptimo balance entre los dos objetivos de competitividad. Los objetivos son minimizar las inversiones e inventarios y maximizar el nivel de servicios a los clientes. Existen 4 tipos de inventarios y procedimientos de control generales:

1. Rama de materiales y componentes de compra. En esta se encuentran los materiales básicos. Los componentes de compra son similares a la rama de materiales, la diferencia es que el suministro se realiza por una porción del proceso en los componentes.
2. Inventario dentro del proceso. Este inventario se realiza sobre la rama de materiales o los componentes de compra. Por lo que el inventario de los materiales y componentes es realizado durante el proceso.
3. Producto terminado. El producto terminado puede ser inventariado en la fábrica o almacén antes de ser enviado. Esta categoría incluye servicios a las partes así como producto terminado.
4. Mantenimiento, reparación e inventario de herramientas.

Manejar varios tipos de inventarios nos da dos alternativas de control de procedimiento para poder ser usadas, las cuales son las siguientes:

a) Sistemas de punto de orden. Estos han sido tradicionalmente aprovechados por el control de inventarios. En este sistema de inventarios los artículos, piezas y materia prima son reabastecidos cuando el nivel del inventario llega a ser muy bajo. En este sistema se maneja el punto de reorden el cual nos indica cuando reabastecer.

* Fuente: Groover, Industrial Robotics, Technology, Planning and Applications

b) Plan de requerimiento de materiales. El MRP a veces se ha identificado como el procedimiento de control de inventarios. En general el MRP es el procedimiento de control apropiado para inventarios del tipo rama de materiales y componentes de compra e inventario dentro del proceso. Los sistemas de orden de punto son frecuentemente considerados para el procedimiento de control de inventarios del tipo producto terminado y mantenimiento, reparación e inventario de herramientas. En algunos casos los sistemas de orden de punto puede ser aplicados para ciertas ramas de materiales y componentes.

Los sistemas de punto de orden son considerados para determinar cuándo y cuánto hay que ordenar y determinan cuándo esta orden es abastecida para establecer un punto de reorden. Cuando el nivel de inventarios de un producto en particular cae al punto de reorden es el indicador para reabastecer. Un sistema de control de inventarios por computadora puede ser programado para estar al tanto del nivel del inventario continuamente el cual nos indica la cantidad a ordenar y que tipo de mercancía.

El módulo de inventarios de la gerencia del sistema de producción asistido por computadora debe ser organizado para cumplir dos funciones principales:

- Inventario contable
- Control y planeación del inventario

Inventario contable. El inventario contable es concerniente a los inventarios de transacción y el registro de inventarios.

El inventario de transacción comprende las entradas, salidas, devoluciones y préstamos. El inventario de transacción debe permitir ser ajustado en los registros así como también en el conteo físico. Los cambios hechos deben ser notificados mediante una terminal localizada en el sitio de la transacción. El fin de notificar es para mantener un registro del inventario más preciso. Las entradas y salidas son registradas en el balance del inventario como resultado de la transacción. El termino *item master file* es a veces usado para describir el archivo de registros inventariados computarizados. El tipo de datos que contiene el registro se muestra en la figura 5.3.

Los segmentos que contiene el registro son los siguientes :

1. Datos generales del artículo
2. Nivel de inventario
3. Información general

DATOS MAESTROS	Part No	Descripcion	Tiempo de salida de		Costos estandar	Stocks de seguridad					
	Cantidad ordenada	Disposicion	Ciclo	Empleo anterior		Clase					
	Tolerancia	Fecha de corte	Direccion		Etc.						
INVENTARIO	Distribucion	Control de balance	Periodo								Totales
			1	2	3	4	5	6	7	8	
	Total de requerimientos										
	Horario de recepcion										
	Disponibilidad										
Ordenes liberadas											
MISCELÁNEA	Detalle de órdenes										
	Acciones pendientes										
	Ficha										
	Custodia										

Figura 5.3. Registro tipo de inventario*

Inventario de planeación y control. Para mantener un control preciso de los artículos generales, el módulo de inventarios de la gerencia debe también ser relacionado con la planeación y control de inventarios. Mucho de esta planeación y control de actividades son terminadas por el módulo del MRP, al mismo tiempo incluye estas otras funciones:

- Determinar el tamaño económico del lote
- Determinar las políticas para fijar el punto de reorden y ordenar.
- Análisis del inventario
- Generación automática de las requisiciones de compra

Archivo del registro de inventarios. Es obligatorio en el MRP tener un exacto flujo de información sobre el inventario. Este es diseñado para ser utilizado en un sistema computarizado, el cual mantiene los registros de los archivos maestros de los artículos.

* Fuente: Groover, Industrial Robotics, Technology, Planning and Applications

Periodo	1	2	3	4	5	6	7
Artículo							
Total de requerimientos							
Recepción							
Disponibilidad							
Requerimiento netos							
Planeación de órdenes liberadas							

Figura 5.4. Inventario de status de materiales*

Una definición de tiempos de salida para la rama de materiales, componentes y ensambles debe ser establecida en el registro de los archivos de inventario.

El MRP da información contenida en los horarios maestros, las facturas de los materiales archivadas y los archivos del registro de inventarios. El horario maestro especifica periodo por periodo la lista de productos finales requeridos.

El MRP ofrece los siguientes beneficios:

- Reducción de inventarios. Principalmente el MRP afecta a la rama de materiales, compra de componentes y los inventarios hechos en el proceso.
- Mejora el servicio a los clientes. Algunos sistemas proponen una reducción del 90 % en el retraso de las órdenes.
- Velocidad de respuesta a los cambios en la demanda y en los planes y horarios maestros.
- Gran nivel de productividad. Puede ser incrementada de un 5% a un 30% a través del MRP.
- Mejor utilización de las máquinas.
- Reducir los armados y los sobrecostos.
- Incremento en las ventas y reducción en los precios de venta.

4. Planeación de requerimientos de manufactura (MRP II)

La clave del éxito del MRP II consiste en el encadenamiento de los planes, prioridades y acciones de manufactura, mercadeo, finanzas, ingeniería, y el sistema de control de inventarios, de otra manera se puede decir que esto es un lazo cerrado ya que el flujo de información regresa a cada función acompañada de los objetivos de la administración y de

* Fuente: Groover, Industrial Robotics, Technology, Planning and Applications

los objetivos de la compañía. Los requerimientos para el MRP II se resumen como:

- Plan de negocios
- Plan de producción
- Horario maestro de producción
- Plan de requerimiento de materiales
 - Cuenta exacta de materiales
 - Inventarios
- Plan de requerimientos de capacidad
 - Rutinas de manufactura exactas
- Planes de compra
- Plan de manufactura
- Realimentación
- Control financiero

1. Esto establece un orden de plan específico.

- El plan de negocios refleja los planes de mercado y pronósticos.
- El plan de producción apoya el plan de negocios.
- El horario maestro de producción apoya al plan de producción.
- El plan de producción y el horario maestro de producción son balanceados contra el material y la capacidad disponible.
- El plan de requerimientos de materiales es manejado por el horario maestro de producción el cual genera las compras y los planes de manufactura.
- Los planes de manufactura son balanceados contra el plan de requerimientos de capacidad.

2. Esto establece un proceso de realimentación de lazo cerrado.

- El plan de compras es ejecutado y mantiene una realimentación directa.
- El plan de manufactura es ejecutado y mantiene una realimentación directa.
- Los problemas son resueltos en el mas bajo nivel posible y los planes son puestos al día para reflejar las prioridades en el almacén.
- Se hace énfasis en buscar una resolución para regresar al paso uno en un tiempo y no empezar en la cima de este.

3. El Impacto de cambio se estima de una simulación directa.

- Cambiar en algún nivel el proceso de planeación desacredita hacia el futuro el impacto de los planes ha determinar.

Cuatro pasos pueden ser identificados en la evolución del MRP al MRP II:

1. *Una mejora en los métodos de orden.* El uso inicial de las computadoras fue para agilizar los cálculos en los planes de requerimiento de materiales, los sistemas computarizados representaron una mejora en las órdenes de la rama de materiales y componentes.
2. *Prioridades en la planeación.* Los sistemas MRP se inician incorporando las prioridades de la planeación en el sistema de cómputo, lo cual a su vez nos genera los horarios y requerimiento que deben ser llevados a cabo por la fábrica. Un sistema MRP no determina únicamente que los materiales deben ser ordenados sino que también los que serán requeridos.
3. *Sistemas MRP de lazo cerrado.* Un sistema MRP de lazo cerrado es integrado hacia un sistema particular. La realimentación es también recibida de los vendedores y el área producción cuando los problemas aparecen en la implantación de los planes de producción.
4. *El sistema MRP II.* involucra un eslabón entre el sistema MRP de lazo cerrado y los sistemas financieros de la compañía. Por lo que el MRP II es el nombre para la combinación.

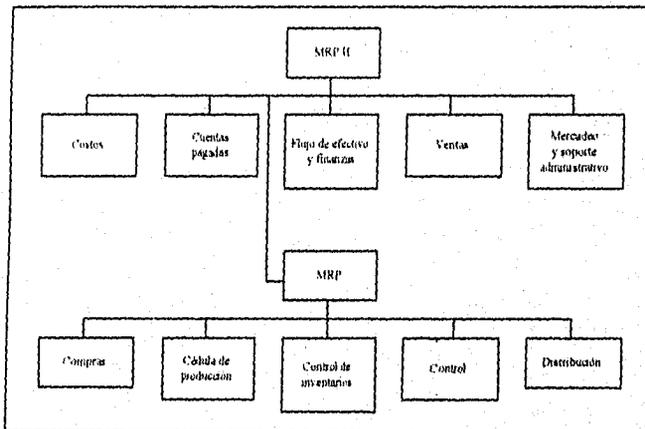


Figura 5.5. Funciones para MRP y MRP II*

* Fuente: Foston, Fundamentals of CIM

Un sistema MRP II cuenta con dos características básicas.

1. El MRP II es un sistema operacional y financiero. Estos aspectos hacen al MRP II un sistema que involucra todas las facetas de los negocios, incluyendo ventas, producción, ingeniería, inventarios y flujo de efectivo. Las operaciones de los departamentos individuales son reducidos a datos financieros. Esta base común provee a la administración de la compañía la información necesaria para su dirección.
2. El MRP II puede ser usado para pronosticar los probables resultados de las alternativas de los planes de producción y decisiones de la administración que son tomadas bajo consideración.

Los beneficios que se obtienen al implantar un sistema MRP II son:

- Reconocer que el MRP II es una forma disciplina de conducta de los negocios de la compañía.
- Provee los recursos necesarios para asignar al personal y hacer al MRP II la cima de prioridades para toda la administración.
- Desarrolla un plan de implantación formal

5. Gestión de operaciones

La gestión de la manufactura está referida junto con el mantenimiento al constante flujo de materiales a través de la planta. Esta se enfoca primordialmente a las operaciones que corren durante todo el año, proporcionando especial atención a las ocurridas mensual, semanal y diariamente. Los sistemas de información habilitan la gestión de la manufactura mediante un plan, al mismo tiempo que prepara al proceso de producción así como el monitoreo del proceso y su registro.

La gestión de operaciones permite un empleo efectivo del personal, productos y procesos, teniendo un acierto en la ejecución y en la implantación de políticas y planes. Consecuentemente, el empleo de las computadoras ha facilitado el almacenamiento de datos que se aplican tácticamente en la planeación de la producción, cédula de producción, compra de materia prima, etc.

Por otro lado, hay que reconocer que los sistemas de control de gestión o dirección no pueden ser vistos como un ideal debido a que presenta modificaciones o adecuaciones de acuerdo al tipo de organización.

Los sistemas de información pueden romper la variación entre la eficiencia (bajo costo de operación) y efectividad (flexibilidad) que son respuesta de la falta de planeación. La

implantación de estos sistemas permiten una reorganización de los diferentes subsistemas y grupos de servicios de acuerdo a objetivos.

Lo anterior puede definirse como un sistema de gestión de la productividad que transforma tanto a los sistemas de entrada como a los sistemas de salida. La gestión de operaciones sigue un grupo de políticas por medio de la alta dirección en conjunto con las operaciones financieras, mercadeo e ingeniería.

Las principales responsabilidades de la gestión de operaciones pueden clasificarse dentro de cuatro áreas: diseño, registro, operación y control.

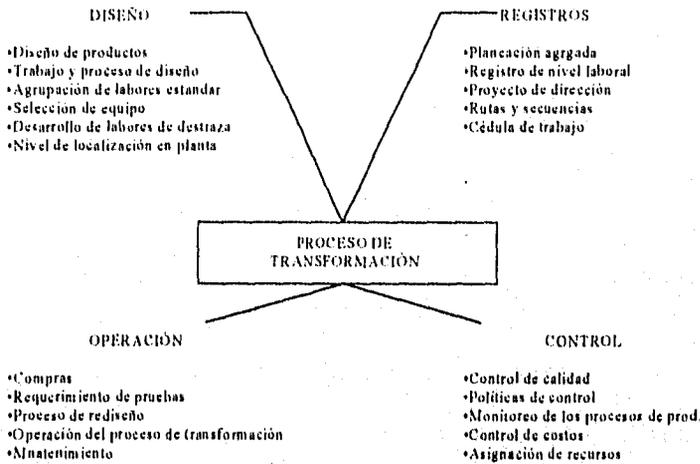


Figura 5.6. Principales responsabilidades de la gestión de operaciones*

• **Justo a tiempo (Just in time)**

La eliminación de las grandes reservas en inventarios es parte del ciclo del proceso de mejoramiento. La modalidad JIT es una filosofía industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución.

La definición práctica de desperdicio es "todo lo que sea distinto a los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto".

* Fuente: Foster, Fundamentals of CIM

El just in time no sólo ofrece a las empresas la oportunidad de mejorar notablemente su capacidad de producción, sino que les permite reducir su tiempo de respuesta al mercado en un 90 por ciento. El tiempo necesario para lanzar al mercado nuevos productos o modificaciones de acuerdo con las necesidades del cliente, se reduce a la mitad. Al mismo tiempo, se requieren menos bienes de capital para llevar a cabo lo anterior y los inventarios se podrán recortar de forma drástica o inclusive eliminar del todo.

Los beneficios del sistema just in time son muchos, puesto que la compañía puede reducir o eliminar:

- las labores de inspección
- los costos de inventario
- el espacio de los almacenes
- el tiempo del ciclo de los inventarios

Antes de poner en marcha un sistema just in time es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Los tiempos de preparación de la máquinas deben de ser mínimos.
2. Debe establecerse un sistema de mediciones en proceso que permita identificar en el punto más cercano al lugar de incorporación las partes defectuosas que vayan a entrar al proceso.
3. La planta debe tener una disposición que minimice los movimientos de los inventarios entre las distintas operaciones.
4. Los tiempos de trabajo de las operaciones deben concebirse para que mantengan un flujo continuo de trabajo a lo largo del proceso.
5. Los proveedores de las partes deben tener capacidad de entregar componentes de alta capacidad con toda oportunidad.
6. Deben negociarse con los proveedores nuevos contactos que definan los programas de entregas y el tiempo máximo de rotación requerido para entregar partes buenas en caso que se reciban defectuosas.

El sistema just in time sólo puede aceptar partes de un proveedor que haya entregado los últimos 20 lotes sin un solo defecto.

Los aspectos principales asociados con el just in time se pueden agrupar en dos categorías. Primero, hay técnicos como nivelar la carga, establecer celdas de trabajo y agilizar el aislamiento de las máquinas. En segundo lugar, hay muchos aspectos administrativos, siendo el mayor de ellos como promover en la empresa un clima propicio para el cambio a la producción just in time.

En la filosofía just in time hay tres componentes básicos importantes para eliminar el desperdicio

- Imposición de equilibrio, sincronización y flujo de proceso fabril, ya sea donde no existe o donde se les pueda mejorar.
- La actitud de la empresa hacia la calidad; la idea de "hacerlo bien desde la primera vez".
- La participación de los empleados.

De los siete elementos del enfoque japonés para la productividad aplicables en el occidente, seis de ellos son elementos internos y el otro es el externo.

El primero de los elementos internos es la filosofía just in time en sí misma; el segundo es la calidad de la fuente. Hay tres elementos relacionados con la ingeniería de producción: la carga fabril uniforme, las operaciones coincidentes (celdas de maquinaria o tecnología de grupos) y el tiempo mínimo de aislamiento de máquina; el sexto elemento interno es un sistema de control como el sistema kanban (registro visible) u operaciones eslabonadas. El elemento externo son las compras just in time.

La creación de un just in time occidental como un concepto actual se dedujo sobre la base de lo siguiente:

Primero, determinaron que la filosofía just in time (eliminación del desperdicio) es en realidad el punto clave de todo el fenómeno, por tanto se sitúa en la cima.
Segundo, no todos los elementos son de igual importancia.

Los cinco elementos restantes; carga fabril uniforme, operaciones coincidentes, agilización del aislamiento de máquinas, compras just in time y el sistema kanban, son todos técnicos. Por tanto, se clasifican dentro de un mismo grupo que se denomina "técnicas de flujo"; es decir, la manera en como el proceso fabril avanza de una operación a la siguiente. Otro elemento que se tuvo que considerar es la intervención de los empleados, ya que está presente en cada elemento del just in time para que éste funcione.

Ejecutada correctamente, la filosofía just in time reduce o elimina buena parte del desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura. Esto se logra utilizando los tres componentes básicos, es decir, flujo, calidad e intervención de los empleados.

- **Concepto kanban: jalón de materiales**

Dentro del proceso de manufactura se pueden diferenciar dos sistemas, el de jalón y el de empuje. Un sistema de empuje en un sistema real es equivalente a un empuje continuo de los materiales a lo largo de todo el proceso. Esta actividad continúa aun si la empresa no los

consume al mismo ritmo en que los saca. Una vez que este proceso se ha iniciado, es muy difícil de detener por causa de la dinámica del sistema. Las personas que lo usan no reaccionan rápidamente a los cambios bruscos en la demanda de una parte.

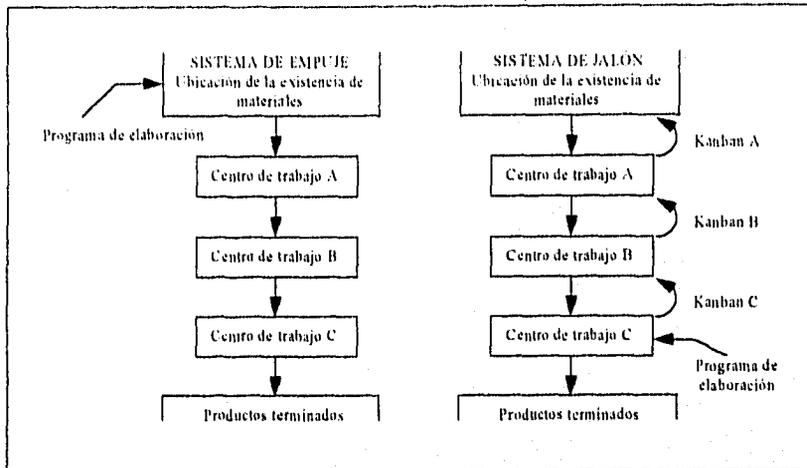


Figura 5.7. Flujo de materiales y programa de sistemas de jalón y empuje.*

El sistema de jalón crea un efecto de onda inverso a lo largo de toda la planta. El sistema siempre jala las partes y subensambles a lo largo del sistema hacia el último centro de trabajo.

Este tipo de sistema se modula a sí mismo como respuesta a las variaciones en la tasa de producción durante el día; de esta manera evita el exceso de materiales en los centros de trabajo.

Antes de iniciar el estudio del sistema kanban, es importante comprender lo que son los procesos subsecuentes y precedentes. Se emplean para definir las reglas que rigen el movimiento kanban. Un proceso subsecuente, en un caso particular, puede ser el precedente a otro; todo depende de su posición relativa en el flujo de manufactura (Ver la figura 5.8).

En resumen, un sistema kanban está formado por un conjunto de tarjetas que viajan entre procesos precedentes y subsecuentes, para comunicar cuáles son las partes que se necesitan en los procesos subsecuentes.

* Fuente: A. Hernández, Manufactura Justo a Tiempo.

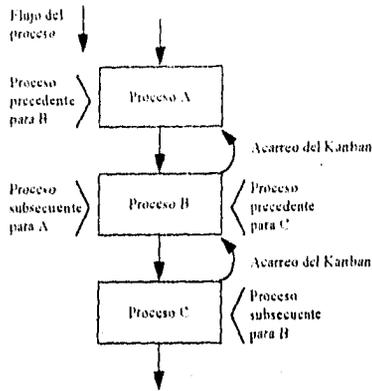


Figura 5.8. Flujo de procesos subsecuentes y precedentes.*

Por otro lado, se requiere de dos tipos de kanban para operar correctamente: uno de retiro y otro de producción. Ambos tipos no difieren entre sí en su apariencia, sino en una etiqueta que indica su tipo como se muestra en la figura 5.9. Por diferenciarlos por su tipo se pueden emplear distintos colores, de manera que los trabajadores sepan de inmediato cuál es cuál evitando errores.

metaphor		<u>KANBAN</u>			NUMERO <i>K154014</i>
ORDEN DE PRODUCCIÓN					PROCESO PRECEDENTE
ARTÍCULO PWA # 79-0154-00 REV A					<i>HAMILTON</i>
NOMBRE DEL ARTÍCULO					<i>STORE</i>
TAMAÑO DEL LOTE					PROCESO SUBSECUENTE
<i>15</i>	<i>25</i>				<i>METAPHOR</i>
					<i>STOCK</i>

Figura 5.9. Muestra de kanban de retiro utilizado por Metaphor Computer System.*

El kanban de retiro viaja entre los centros de trabajo y su finalidad es autorizar el movimiento de partes de uno a otro centro. En un sistema de kanban, el retiro debe de

* Op. cit.
* Op. cit.

acompañar el flujo de materiales de un proceso a otro, especificando siempre el número de parte y el nivel de revisión, así como el tamaño del lote y la dirección del proceso, nombre del proceso precedente y su localización en el edificio, al igual que el proceso subsecuente y localización.

Una vez que un kanban de retiro toma las partes, se queda con ellas durante todo el tiempo. Después, cuando los procesos subsecuentes han consumido la última parte del lote, el kanban viaja de nuevo hacia el proceso precedente para obtener nuevas partes.

Por otro lado, el objetivo del kanban de producción es enviar la orden al proceso precedente para que se elaboren más partes. El kanban de producción irá junto con otros a una línea de espera en el centro de trabajo. Después que se han elaborado las nuevas partes, viaja de regreso al área de espera hasta que un nuevo kanban de retiro reinicie el ciclo.

En un ambiente real de operación existen posibilidades de que cuando llegue un kanban de retiro al proceso precedente, no se realice el kanban de producción que lo espere con las partes. En este caso, el sistema debe tratar la situación como emergencia de partes. El empleado debe enviar el kanban de retiro directamente al área de producción y tratarlo como uno de producción temporal.

En cuanto a las reglas básicas del kanban que controlan el ambiente operacional son siete. Cualquier violación ocasiona distorsiones en el sistema con el desperdicio correspondiente en materiales y mano de obra.

- Regla 1: El kanban debe moverse sólo cuando el lote que él describe se haya consumido.
- Regla 2: No se permite el retiro de partes sin un kanban.
- Regla 3: El número de partes enviadas al proceso subsecuente debe ser exactamente el especificado por el kanban.
- Regla 4: Un kanban debe acompañar siempre a los productos físicos.
- Regla 5: El proceso precedente siempre debe producir sus partes en cantidades retiradas por el proceso subsecuente.
- Regla 6: Las partes defectuosas nunca deben ser enviadas al proceso subsecuente.
- Regla 7: El kanban debe ser procesado en todos los centros de trabajo de manera estricta en el orden en el que llega a éstos.

Se recomienda que estas siete reglas se pongan por escrito y sean distribuidas a todos los involucrados en el sistema de kanban. Es necesario asegurarse de que todos lo entiendan y use estas reglas durante la operación normal.

La figura siguiente muestra la iteración entre el kanban de producción y el de retiro en tres centros de trabajo.

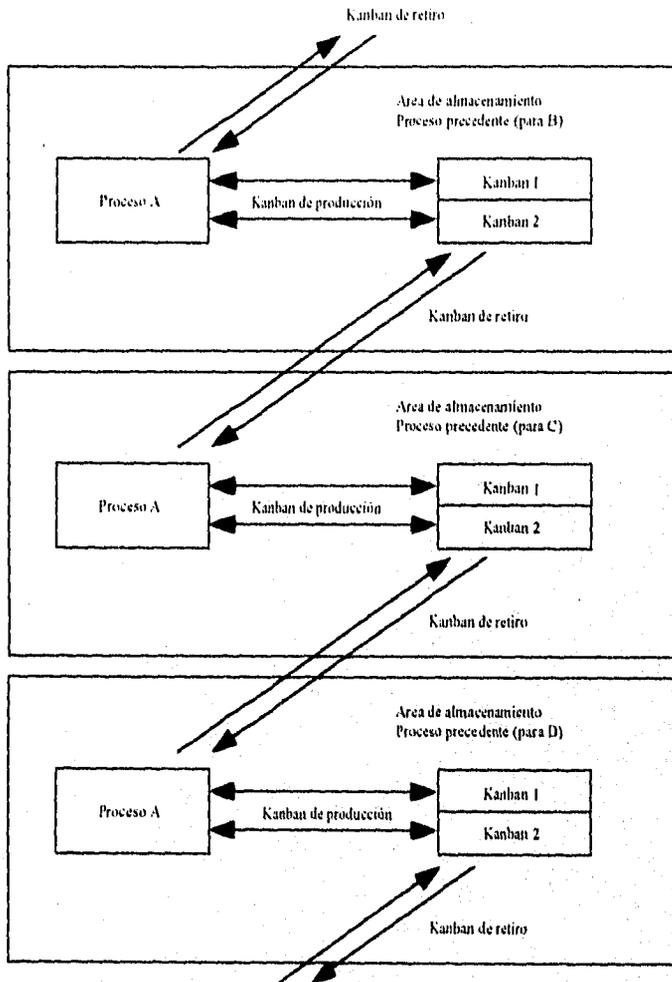


Figura 5.10. Coordinación de kanban de producción y retiro en tres centros de trabajo.*

* Op. cit.

En una empresa, el área de planeación de materiales es la responsable de la emisión de tarjetas kanban. Determina también el tamaño de los lotes que el kanban va a obtener. Puede en ocasiones emitir tarjetas adicionales para incrementar la producción de alguna parte específica, y también puede retirar de la circulación tarjetas a fin de reducir el programa de producción.

Sin embargo, no se puede determinar el tamaño de los lotes sin consultar la capacidad de la planta y sin conocer los contenedores que se emplean para el empaque y acarreo de las partes. Por ejemplo, si las cajas para mover las partes se tienen múltiplos de diez, puede tomar tamaños de lotes de treinta en vez de veinticinco. El planificador compensaría esta diferencia al emitir diversos números de órdenes.

El número emitido de kanban para una cierta cantidad de partes se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Número de kanban} = \frac{(\text{demanda diaria de unidades}) (\text{tiempo de orden para el ciclo}) (\text{factor de seguridad})}{\text{tamaño del lote}}$$

La demanda diaria de unidades constituye la tasa diaria de producción de la parte. El tiempo empleado en procesar la parte o en abastecer un objeto adquirido. El factor de seguridad es, normalmente, un aumento porcentual de la cantidad de kanbanes instituida como la medida de seguridad para los inventarios de este tipo. El tamaño del lote es el número de partes que el kanban autoriza a acarrear, si éste es del tipo de retiro, o a ser manufacturado si se trata del kanban de producción.

VI. IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADORA

1. Técnicas y estrategias

Las posibles estrategias para la implantación de un sistema de manufactura integrado por computadora (CIM) vienen marcadas por una serie de procesos de decisión que deben ser impulsados activamente en un periodo no muy largo de tiempo a fin de asegurar un elevado éxito económico tomando en cuenta el mayor número posible de factores de influencia y eventuales factores perturbadores. Por lo que se presentan cuatro posibilidades:

1. Esperar hasta que exista el software y hardware para una completa implantación.
2. Proceder con soluciones parciales, y esperar a que cuando el CIM sea factible se realice una integración.
3. Tomar decisiones trascendentes relativos a PPC, CAD y CAM de forma que estén en línea con las posibles soluciones de CIM.
4. Perseguir de forma activa todas las oportunidades presentes para implantar CIM.

Las dos primeras opciones presentan la ventaja de que no se aprende de los propios errores en el desarrollo del CIM, pero sin embargo se tiene el riesgo de perder el concepto o visión de un área, enfocada hacia el futuro, que al mismo tiempo puede ir más allá ya que significan cambios fuertes en la organización y se pretende realizarlos a un mismo tiempo crean conflictos al nivel de gestión (organizacionales, flujo de información y planeación de la producción) de la empresa pudiéndola llevar a la quiebra.

Las dos últimas requieren de un concepto general cuyo desarrollo implica un gran esfuerzo, pero clarifica la posición de la empresa respecto al CIM, así como los movimientos que realizará la dirección en cuanto a la organización.

Lo anterior nos lleva a proceder por medio de una estrategia que conjunte la toma de decisiones relativas a PPC, CAD y CAM, sin perder de vista otros sistemas que su implantación facilite el camino hacia una integración total a nivel de planta, para lo cual se deben adoptar las siguientes medidas:

- Creación de una organización
- Estructura de colaboración (gerencia del proyecto)
- Desarrollo del modelo CIM

Para que la planeación de la estrategia tenga éxito debe incluirse en la misma personal calificado, modificación de la organización, configuración de las técnicas de producción y capacitación.

El recurrir a asesores externos normalmente mejora la calidad técnica de la planeación estratégica, debido a que se ponen de manifiesto de forma más clara e imparcial los potenciales y limitaciones de la empresa.

La meta esencial de la aplicación de nuevas técnicas de producción es el de automatizar la fabricación mejorando la flexibilidad, reduciendo al mismo tiempo los costos de producción. Esto conduce al empleo de máquinas programables, así como de sistemas de manipulación y transporte, solo si la condición de la empresa lo permite.

Sin embargo, no basta con automatizar algunas fases de trabajo que hasta ahora se efectúan de manera manual si no se ha analizado previamente de forma crítica toda la estructura de desarrollo del trabajo, en donde la simplificación de la estructura constituye un potencial de ahorro.

El volumen de transporte interno de la empresa puede reducirse considerablemente mediante la aplicación de la tecnología de grupos (GT) a fin de formar sistemas de fabricación flexibles con posibilidad de almacenamiento descentralizado.

Las máquinas que disponen de sistemas de almacenamiento y cambio de herramientas y que trabajan de forma autónoma a lo largo de determinados periodos resultan importantes en la integración del sistema global, tomando en cuenta que las interfaces de material y de flujo de información deben ser compatibles a nivel de protocolos de comunicación con las unidades contiguas del sistema y con los sistemas de transporte estándar. Es requisito fundamental disponer de un flujo continuo de información a nivel de fábrica precisando una jerarquía de redes de comunicación.

Por otro lado, no se pretende crear una fábrica sin personas, simplemente se crean, en determinadas secciones de fabricación, islas totalmente automatizadas, aumentando los requisitos del puesto de trabajo y por tanto, es necesario personal altamente capacitado.

Lo anterior exige la creación de programas de capacitación a los que deben someterse todos los empleados a fin de proporcionar una información permanente a largo plazo que les acerque constantemente al dominio de nuevas técnicas, sin esperar hasta el momento en que se pongan en marcha las nuevas máquinas y sistemas.

Trabajar con tecnología nueva no significa solamente comprar la técnica, sino fundamentalmente preparar el entorno en cuanto a organización, contenido y volumen del trabajo, relaciones de comunicación y perspectivas de desarrollo personales, como condición previa para lograr la aceptación del sistema, es decir, llevar a cabo un proceso de planeación y cooperación antes del introducir el CIM.

2. Organización funcional y factores humanos

Antes de la implantación de un CIM es necesario estructurar los objetivos y directrices para su puesta en marcha, siendo esto competencia de la dirección de la empresa, apoyada eventualmente por asesores externos e internos. La decisión relativa a la implantación de un concepto CIM implica crear una gerencia de proyecto.

La gerencia de proyecto tiene la responsabilidad de establecer el plan general de implantación basándose en el concepto CIM particular para la empresa y llevar a cabo numerosos pasos independientes, relacionados entre sí, sin perder de vista el objetivo final. Por lo que adquiere carácter especial la implantación de un CIM a largo plazo, y a un nivel superior al de secciones, lo cual exige una acción conjunta de participación dentro de todos los niveles de la empresa. No es posible alcanzar los objetivos previstos si la introducción del CIM se lleva a cabo a nivel de empleados responsables, reservándose la dirección de la empresa únicamente la decisión respecto a la autorización de inversiones.

El éxito del CIM depende en gran medida de la capacidad de la gerencia del proyecto para el dominio de las relaciones internas de la empresa y del desarrollo de modelos conceptuales.

La gerencia del proyecto debe coordinar entre otras cosas:

- Colaboradores o participantes y nivel de responsabilidad de cada uno de ellos
- Medidas de formación, organización y técnicas a adoptarse
- Proyectos parciales y objetivos de los mismos
- Marco económico
- Calendarización o cronología
- Administración de informes

A fin de descargar el trabajo de la gerencia del proyecto es conveniente crear equipos de proyecto específico, a fin de realizar estudios de detalle de todas y cada una de las partes involucradas en el proyecto, adaptan la organización del proyecto a las dimensiones de la empresa, a los objetivos fijados y a la planeación. Esto depende del progreso del proyecto en cada momento.

Por su parte, la dirección de la empresa debe comprobar si el personal de la misma es capaz de satisfacer el perfil mínimo necesario para la planeación y realización del proyecto, o si por el contrario es necesario recurrir totalmente a asesores externos desde un principio.

Dentro del marco de organización del proyecto hay que decidir no solamente quien es nombrado jefe del proyecto, sino también la composición de cada uno de los equipos de trabajo, ya sea mediante empleados propios de la empresa y/o colaboradores externos, o bien grupos mixtos de trabajo.

En caso de establecer equipos de trabajo con colaboradores externos a la planta se deben definir claramente los planteamientos de los problemas y objetivos, volumen de trabajo, tipo de resultados esperados, jefes de proyecto (internos y externos), derechos, obligaciones y el costo que esto implica, además se deben identificar claramente las fuentes de consultoría externa, proveedores y prestadores de servicios a los que se va a recurrir durante el proyecto.

En cuanto al personal que debe formar parte del equipo de trabajo en las distintas etapas del desarrollo del proyecto se rige por las siguientes características:

- Conocimientos específicos de la empresa (producto, procesos, organización)
- Colaboración habitual con otros órganos de la empresa
- Garantizar la confidencialidad respecto a secretos de la empresa

Etapa	Asesores internos/externos	Consultoría	Proveedores y prestadores de servicios
Estructuración de objetivos	■		
Elaboración del modelo conceptual	■	■	
Plan general de implantación	■	■	■
Evaluación del proyecto	■		■
Realización	■		■

Figura 6.1. Equipos de trabajo dentro de las etapas del proyecto.

3. Modelo conceptual

La elaboración del modelo conceptual de CIM adaptado a las necesidades de la empresa es el resultado de una serie de consideraciones de la misma, por tanto constituye la base estratégica para hacer realidad el proyecto.

Cabe señalar que independientemente de la magnitud del proyecto a realizar, las características particulares del o de los productos intervienen en la elaboración del modelo conceptual tomando en cuenta que un CIM es, en primer lugar, un problema de organización, y sólo es en segundo lugar un problema técnico.

La primera fase consiste en fijar y estructurar los objetivos previstos por la empresa, tomando en cuenta las condiciones de margen internas y externas, que más tarde tomarán el papel de directriz para establecer el plan general de implantación.

Los elementos necesarios para estructurar los objetivos y establecer el modelo conceptual son resultado de la planeación a mediano plazo de la empresa, efectuando a través de estos análisis de los problemas. A partir de los resultados obtenidos se plantea un perfil mínimo de requerimientos, es decir, se realiza un estudio de viabilidad de las posibles soluciones a adoptar, dando lugar a que se fijen los objetivos factibles. Hay que tomar en cuenta el que se tienen que realizar revisiones posteriores de esta fase, hasta llegar al modelo conceptual.

Como puntos de orientación para establecer los objetivos se pueden considerar:

- Situación actual de la empresa, es decir, ventas, cuota de mercado, beneficio, productos, tecnología, instalaciones, planta laboral, etc.
- Objetivos a mediano y largo plazo a ser alcanzados por el CIM como son incremento de las cuotas de mercado, ventas, productividad, rentabilidad, puestos de trabajo, etc.
- Posibilidades de incremento de capacidad, racionalización, publicidad, etc.
- Evaluaciones, pronósticos, estimación de riesgos, análisis de costo/beneficio, etc.

Dentro del análisis se debe determinar qué deficiencias o problemática existen, dónde está situado el punto de partida de los diferentes análisis, así como también que aspecto presenta la estructura actual de la organización, delimitando los ámbitos de la empresa que se ven afectados.

Por otro lado, se debe tener cuidado en que no se formen soluciones aisladas, identificando siempre los puntos fuertes y débiles, determinando la situación real, haciendo énfasis en el análisis de la cifra de ventas, ciclo de vida del o de los productos, gastos de fabricación, organización, distribución de secciones y empleados, documentación, medios de producción y técnicos, protección de datos, reglamentaciones, etc.

Para decidir dentro de qué marco debe aplicarse el perfil de requisitos, es necesario llevar a cabo una evaluación global de cada uno de ellos.

4. Plan general de implantación

El plan general de implantación constituye la base a partir de la cual se lleva a cabo la planeación parcial de cada una de las fases de realización del CIM. Partiendo del modelo conceptual previamente acordado y fijado, debe llevarse a cabo en primer lugar, una planeación ideal, y sólo a continuación una planeación real. De este modo se obtienen posibilidades más objetivas para la evaluación de la planeación real.

En un principio, la planeación de asignación de funciones es independiente de los sistemas de manejo de datos que vayan a emplearse. Se orienta de acuerdo con los objetivos, las condiciones marginales que influyen y las necesidades técnicas y de organización; a partir de esto pueden deducirse funcionalmente las medidas que deben adaptarse en cuanto a modificaciones.

De la comparación entre la organización actual de los procesos y estructuras de la empresa y la estructura del plan funcional, puede resultar la necesidad de introducir cambios estructurales, por lo que la eliminación de cuellos de botella no puede hacerse actuando sobre los síntomas, sino sobre las causas.

La organización de las fases de procesos viene determinada esencialmente por el producto y por su forma de fabricación, en función de los objetivos de la empresa.

En el ámbito de fabricación existe una estrecha relación entre el flujo de materiales y el flujo de información. Al determinar la organización de las fases de procesos y los principios de fabricación, se determina el flujo de materiales y, por tanto, también se delimita considerablemente el flujo de información.

La organización de la estructura debe examinarse respecto a los ámbitos de responsabilidad, descripción de las tareas y labores, asignación de cargos, etc.

Una vez preparado el plan de asignación de las funciones y el plan de estructura de la organización, partiendo de los objetivos del modelo conceptual, es necesario que los requisitos funcionales y estructurales obtenidos se lleven a cabo por medio de una serie de sistemas técnicos.

A diferencia de los proyectos convencionales, el CIM exige establecer una planeación donde se contemple la secuencia de los diferentes proyectos parciales. En la práctica se advierte que en la forma de proceder existe la posibilidad de llevar a cabo proyectos parciales en paralelo o secuenciales. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que durante la planeación de las fases de ejecución del o de los proyectos parciales hay que mantener la capacidad de funcionamiento de la empresa.

Como primer paso deben crearse las condiciones previas necesarias en forma de isla de automatización con capacidad de integración donde el cometido es probar las máquinas nuevas, el hardware o software, dominarlo y optimizarlo, por lo que resulta conveniente comenzar con aquellas secciones en las que existen ya conocimientos básicos de manejo de datos, solamente en segundo paso comienza la integración propiamente dicha.

La decisión sobre qué isla de automatización o qué integración debe colocarse en primer lugar en la fase de ejecución depende de los puntos débiles de la empresa señalados en un plan de integración general y de las necesidades y posibilidades resultantes.

ESTA TESIS NO DEBE
QUEDAR EN LA BIBLIOTECA

5. Proceso de preparación y evaluación del proyecto

Aunque no existen dos proyectos de inversión iguales, el estudio de su viabilidad puede enmarcarse en una cierta rutina metodológica, que en general, puede adaptarse casi a cualquier proyecto.

En términos generales son cinco los estudios particulares que deben realizarse para evaluar el proyecto, los cuales son: viabilidad comercial, técnica, legal, organizacional y funcional.

Normalmente el estudio de una inversión se centra en la viabilidad económica tomando únicamente como referencia el resto de las variables. Sin embargo, cada uno de los cinco elementos señalados puede, de una forma u otra, determinar que un proyecto no se concrete en realidad.

El estudio de viabilidad comercial indica si el mercado es o no sensible al bien o servicio producido por el proyecto y la aceptabilidad que tiene en su consumo o uso, permitiendo de esta forma, determinar la postergación o rechazo de un proyecto, sin tener que asumir los costos que implica un estudio económico completo.

El estudio de viabilidad técnica estudia las posibilidades, condiciones y alternativas de producir un bien o servicio que se desea generar con el proyecto. Muchos proyectos nuevos requieren ser probados técnicamente para garantizar la capacidad de su producción, incluso antes de determinar si son o no convenientes desde el punto de vista de su rentabilidad.

Un proyecto puede ser viable tanto por tener un mercado asegurado, como por ser técnicamente factible. Sin embargo, pueden existir algunas restricciones de carácter legal que impiden su funcionamiento a futuro.

El que normalmente recibe menos atención es el estudio de factibilidad organizacional, a pesar de que muchos proyectos fracasan por la falta de capacidad administrativa para emprenderlo. El objetivo de este estudio es principalmente definir si existen las condiciones mínimas necesarias para garantizar la viabilidad de la implantación, tanto en lo estructural como en lo funcional.

En último término, el estudio de la viabilidad financiera de un proyecto determina su aprobación o rechazo. Este mide la rentabilidad que retorna la inversión, todo medido en bases monetarias.

Las inversiones del proyecto sólo se pueden determinar si los estudios de ingeniería, organización y mercado proveen la información necesaria para cuantificar el total de desembolsos previos y durante la puesta en marcha del proyecto.

El estudio de ingeniería del proyecto debe llegar a determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado.

De la selección del proceso productivo óptimo se derivan las necesidades de equipos y maquinaria. De la determinación de su disposición en planta (layout) y del estudio de los requerimientos del personal que los operen, así como de su movilidad, pueden definirse las necesidades de espacio y obras físicas.

El cálculo de los costos de operación de mano de obra, insumos diversos, reparaciones, mantenimiento y otros se obtiene directamente del estudio del proceso productivo seleccionado.

Los distintos tipos de procesos productivos pueden clasificarse en función de su flujo productivo o del tipo de producto, teniendo cada caso efectos distintos sobre el flujo de fondos del proyecto.

Las economías de escala obtenidas por el alto grado de especialización que la producción en serie permite, van normalmente asociados a bajos costos unitarios. En un proceso por pedido, la producción sigue secuencias diferentes, que hacen necesaria su flexibilidad, a través de mano de obra y equipos suficientemente adaptables a las características de la orden del cliente.

Muchas veces un mismo producto se puede obtener utilizando más de un proceso productivo. Si así fuera, debe analizarse cada una de las alternativas determinando la intensidad con que se utilizan los factores productivos. Esto determina en gran medida el grado de automatización del proceso y, por ende, su estructura de costos. Aquellas formas de producción intensivas en capital requieren de una mayor inversión, pero de menores costos de operación por concepto de mano de obra, además de otras repercusiones, positivas o negativas, sobre otros costos y también sobre los ingresos. La alternativa tecnológica que se seleccione afecta directamente a la rentabilidad del proyecto. Por ello, más que la tecnología más avanzada, se debe elegir aquella que optimice los resultados.

En algunos casos la disponibilidad de los equipos se obtiene no por su compra, sino por su arrendamiento, con lo cual, en lugar de afectar a las inversiones, influye en el de los costos.

Uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto lo constituye la proyección del flujo de caja, ya que la evaluación del mismo se efectúa sobre los resultados que en ella se determinen. Al proyectar el flujo de caja, es necesario incorporar información adicional relacionada principalmente con los efectos tributarios de la depreciación, la amortización del activo nominal, valor residual, utilidades y pérdidas.

6. Caso práctico

Con el propósito de ejemplificar de forma más clara la aplicación de la metodología para la implantación de un sistema de manufactura integrada por computadora se efectuó un estudio en Clevite de México S.A. de C.V., cuyo giro es la fabricación de bujes y cojinetes.

En base a las técnicas y estrategias establecidas anteriormente, el camino viable para la implantación de un CIM es proceder por medio de una estrategia relativa a la integración a nivel de PPC, CAD y CAM.

La elaboración del modelo conceptual de CIM particular para la empresa se basó en lo siguiente: la meta es adoptar nuevas técnicas de producción que permitan la reducción de costos de operación, la optimización de los recursos y al mismo tiempo elimine los problemas en la programación de la producción, tomando en cuenta que actualmente la empresa no pretende la adquisición e instalación de nuevos equipos.

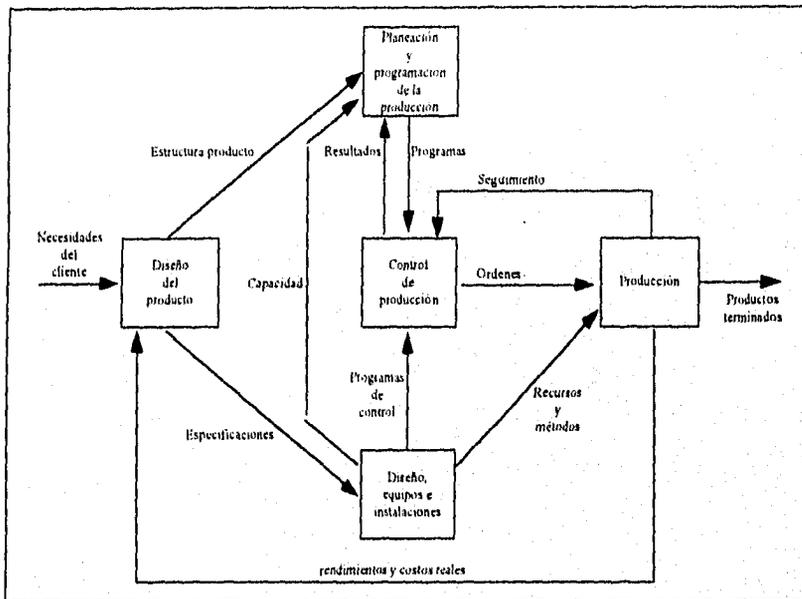


Figura 6.3. Modelo conceptual de CIM.

La primera fase consistió en fijar y estructurar los objetivos previstos por la empresa dentro de tres áreas fundamentales de la misma, el departamento de ventas, el departamento de programación y control de la producción, y el departamento de manufactura.

El análisis de los problemas que son resultado de la planeación a mediano y largo plazo, así como los que se asocian con estos, permiten obtener un perfil mínimo de requerimientos, es decir, se determinan las posibles soluciones a adoptar, fijando los objetivos del proyecto.

Un primer objetivo es el diseño de un sistema automatizado de gestión de producción en el que se ven involucradas las áreas de manufactura y de programación y control de la producción, a fin de constituir una base sólida para futuras integraciones de otras áreas de la empresa.

En segundo lugar se presenta la integración del área de ventas a una base de datos e instalación de un software que gestione los ordenes de producción en función de los pedidos de ventas y el promedio de ventas mensuales.

Por lo tanto, como primer paso deben crearse las condiciones previas necesarias en forma de isla con capacidad de integración; porque solamente aquellos procesos que se dominen en forma de solución-isla podrán dominarse más adelante dentro de una solución integrada, por lo que resulta conveniente comenzar por aquellas secciones en las que existen ya conocimientos básicos de tratamiento de datos.

La decisión sobre que islas de automatización o qué integración debe colocarse en primer lugar en la fase de ejecución, depende de los puntos débiles de la empresa, así como de las necesidades resultantes.

Area	Descripción	Observaciones
Manufactura	Retraso en manufactura	Programación no optimizada
	Flujo de información	Deptos. independ./falta base de datos
	Cuellos de botella	Líneas mal balanceadas
	Layout	Distribución
	Almacenes temporales	Líneas mal balanceadas
Programación y control de la producción	Programación de manufactura	No respeta familia de piezas o prod.
	Flujo de información	Cálculo en base existencia/demanda
	Inventarios	Deptos. independ./falta base de datos
	Tiempos extras	No confiables/Existen ceros reales
		Programación no optimizada
Ventas	Inventarios	No se consultan
	Flujo de información	Deptos. independ./falta base de datos
	Mercado	Inestabilidad
Otros	Red	Uso ineficiente

Tabla 6.1 Problemática principal de CLEMEX*

* Fuente: CLEVITE DE MÉXICO S.A. DE C.V.

La tabla anterior no pretende criticar los puntos débiles de la empresa, sino por el contrario permite una visión única y exclusiva de las áreas que la misma marco como prioridades, tomando en cuenta que actualmente ya se encuentran trabajando sobre algunas de ellas, como son layout y balanceo de líneas, con el fin de agilizar la alta carga de trabajo que se presenta para el área de manufactura.

Cabe señalar que la empresa ha logrado un alto nivel de competitividad gracias a la alta calidad de sus productos, políticas y filosofía de trabajo que consiste en "tener clientes altamente satisfechos con alta disponibilidad de productos de calidad internacional para ser una empresa altamente rentable pero con sentido humano".

Las políticas básicas de la empresa la encaminan a alcanzar los siguientes objetivos:

- Exportación consistente
- Precios que garanticen margen bruto
- Líderes en el mercado
- Pronósticos confiables
- Calidad internacional producida no inspeccionada
- Cero defectos en el campo
- Productividad internacional
- Flexibilidad
- Mantenimiento preventivo
- Metas precisas y medibles
- Administración por resultados, sin sorpresas
- Maximizar rotación de activos totales a ventas
- Rentabilidad arriba de la tasa de interés real

Para ello, es conveniente reiterar la concepción básica de lo que entendemos por un sistema de gestión (Cap. III); primordialmente, es una red coherente y jerarquizada de centros y procedimientos para el seguimiento y captura de la información. Por lo tanto la fase inicial del proyecto de diseño de un sistema automatizado de gestión de producción consta de los siguientes pasos:

1. Enumerar qué decisiones deben adoptarse para efectuar la gestión de la producción, dónde (funcional, jerárquica y geográficamente) y cuándo (periodicidad, circunstancias, etc.). En la gestión de la producción convergen diferentes funciones tradicionales de la empresa que deben tomar decisiones (la tradición no puede despreciarse).
2. Establecer la jerarquización entre decisiones.

3. Definir procedimientos para la toma de decisiones. Una misma decisión puede hacer uso de procedimientos distintos, aunque tal vez con costo de aplicación del procedimiento y calidad de los resultados diferentes. En el caso de varios procedimientos alternativos convendrá efectuar una ordenación de los mismos de acuerdo a su calidad a fin de establecer un plan director.
4. Elegir para cada decisión un procedimiento entre los posibles, procurando equilibrar la calidad del conjunto.
5. Estudiar los requerimientos, esencialmente de información, pero en ocasiones también de medios de soporte (redes y bases de datos).
6. Construir una red de decisiones. Agrupar, si es conveniente, algunas decisiones de acuerdo a la departamentación o estructura organizativa.
7. A partir del sistema de decisión establecido, y considerando los requerimientos globales, se diseña el sistema de información.
8. Partiendo de las posibilidades tecnológicas existentes en el interior del organismo y en el mercado, tanto actuales como previstas para un futuro próximo, realizar un balance económico para decidir qué parte del sistema de información debe estar automatizado y qué parte no.

Una vez que se han preparado las fases anteriores, es necesario que los requisitos funcionales y estructurales obtenidos se hagan realidad planeando una serie de sistemas técnicos concretos. Es preciso conseguir la máxima coincidencia entre la asignación ideal de los ámbitos de la empresa y las necesidades que se consideran reales, así como las más diversas restricciones.

En esta fase, el centro de gravedad se encuentra en el diseño informático del sistema y en la consecuente forma de proceder. Es obvio que no debe crearse la impresión de que los proyectos CIM son únicamente proyectos de tratamientos de datos.

El resultado de la planeación del concepto del sistema consiste, por tanto, en el establecimiento de una estructura global de tratamiento de datos y automatización. Contiene descripciones de interfaces, requisitos de rendimiento, mantenimiento y servicio.

En el Capítulo IV (Bases de datos y Sistemas de comunicación en planta) se explican con mayor detalle algunos aspectos que forman la base de este tema.

La estructura de tratamiento de datos y automatización debe deducirse forzosamente de las necesidades (flujo de información, flujo de materiales, funciones de puesto de mando y de automatización, requisitos de conservación, garantía de calidad, seguridad de producción, etc.) Con el fin de evitar costos de adaptación innecesarios, la estructura no debe basarse en

la "moda" (por ejemplo, sistemas de trabajo o lenguajes de programación de difusión general, pero inadecuados para determinados ámbitos).

Teniendo en cuenta las particularidades citadas, la forma de proceder para la planeación del sistema corresponde en líneas generales con una planeación normal.

Es conveniente señalar que hasta que no sean superados estas etapas no se podrán realizar otras integraciones a nivel funcional de CIM; lo anterior no quiere decir que no se puedan realizar otros proyectos parciales.

La figura que a continuación se muestra presenta las primeras consideraciones establecidas dentro del modelo conceptual, así como también las tendencias de lo que se pretende incorporar como nuevos proyectos en un futuro.

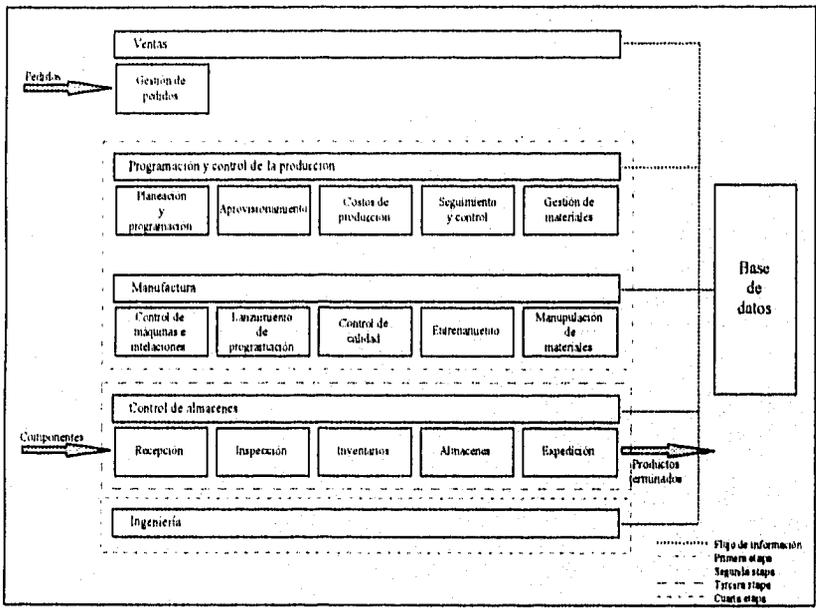


Figura 6.4. Proyecto global CIM

Por último, no debemos de perder de vista que el objetivo de la implantación de un proyecto CIM es la optimización global de la organización, o por lo menos de todo el sistema productivo, en contraposición a la optimización de elementos o subsistemas, que es la situación actual.

CONCLUSIONES

Las ideas que impulsan la implantación de sistemas de manufactura integrados por computadora (CIM) se generan de diversas formas, por ejemplo, a partir de las quejas y sugerencias de los clientes, de los empleados, de los expertos, de las autoridades, de las organizaciones industriales, de las tendencias del mercado y de los trabajos desarrollados por la competencia, así como a partir de la propia creatividad y flujo de información de la empresa y su personal que la compone.

Aunque ello pueda parecer un proceso muy estructurado, en realidad se trata más bien de un proceso de aprendizaje. Su eficiencia se pretende conseguir a través del contacto continuo entre los grupos del proyecto y control, y un calendario claro.

Por ello, si el proyecto se acepta, la aprobación se convierte en una actividad continua, en la que hay que ir tomando decisiones en diferentes momentos del proceso de desarrollo.

Se suele encontrar en empresas del sector de alta tecnología áreas de negocio claramente definidas y delimitadas. El desarrollo de nuevas tecnologías está estrechamente ligado a la supervivencia a largo plazo de la empresa, pues crea una senda competitiva, la mayoría de las veces en mercados ya existentes y, normalmente, a través de modificaciones radicales en la organización.

La primera fase consiste en aprender y profundizar en la estructura de la empresa puesto que no existe información previa. Por lo que las empresas que siguen este modelo conceden importancia limitada a la primera etapa del proyecto, pues son el punto de partida que permitirá la introducción de mejoras posteriores.

Los modelos tradicionales ponen énfasis en el resultado de sus ventas, sin embargo los nuevos productos y las innovaciones se generan en un proceso que requiere una forma de planeación que busque una solución dirigida desde el punto de vista de los procesos de producción. En un enfoque activo y contextual, el principal aspecto es que el aprendizaje y la construcción de la competencia continúan a lo largo del proceso. No es sólo una cuestión de caninar y trabajar para conseguir los objetivos; es mucho más importante que exista una motivación, un compromiso y una voluntad de mejora.

Existen diferentes razones organizativas para que aparezca un nuevo enfoque. La primera es que el responsable de la empresa no puede encargarse del seguimiento de todas las oportunidades y amenazas de cierta importancia. La segunda es que este responsable tiene la autoridad limitada; no es tanto una cuestión de poder y la excelencia del jefe como el modo en que éste dirige la organización. En tercer lugar, los sistemas de control estrangulan o limitan el proceso de desarrollo; se necesita un sistema de control que esté orientado hacia la consecución de los objetivos a largo plazo, antes que a objetivos concretos.

Algunas empresas conservan aun las mismas instalaciones que cuando se establecieron, y mantienen una estructura de autoridad que casi no ha cambiado. En contrapartida, enfrentan desafíos sociales, financieros y tecnológicos, entre otros, por lo que es necesario que se ajusten a las nuevas condiciones y circunstancias.

La dependencia tecnológica que persiste en el país condiciona las tendencias que deberán ser adoptadas, que al mismo tiempo se ven sujetas a las condiciones económicas actuales.

Por otro lado, entre las actividades que el hombre puede desarrollar, la ingeniería es una de las más completas, porque con los conocimientos obtenidos del estudio de esta licenciatura se pueden resolver situaciones o problemas en beneficio de nuestra sociedad, de una manera clara y contundente, además de desarrollar en el individuo una vocación de servicio, a parte de una percepción más clara sobre la importancia de las realizaciones que el ingeniero crea.

Bibliografía

Groover, Mikell P Weiss, Mitchell, et al
Industrial Robotics, Technoogy, Planing and Aplications
Mc Graw Hill Book Company
USA

Kalpakjian, Serope
Manufacturing Engieneering and Technology
Second edition
Adison Wesley Publishing Company
USA, 1992

Richard Muther
Distribución en planta, Ordenación racional de los elementos de producción industrial
Cuarta edición
Hispano Europea. S.A.
España, 1981

H. Baumgartner / K. Knischewski / H. Wieding
CIM, Consideraciones Básicas
Siemens Aktiengesellschaft-Marcombo
España, 1991

Eric G.R. Gerele / John Stark
Integrated Manufacturing, Strategy, Planning and Implementation
Mc Graw Hill
USA, 1988

John H. Powers
Computer Automated Manufacturing
GLENCOE / Mc Graw Hill Company
USA, 1990

Sapag, Nassir & Reinoldu
Preparación y Evaluación de Proyectos
Segunda edición
Mc Graw Hill
México, 1989

Tarquin, Anthony
Ingeniería Económica
Segunda edición
Mc. Graw Hill
México, 1986

Cátedra UNESCO en Ingeniería Avanzada
Apuntes de la Universidad Politécnica de Valencia
UNAM, 1996

Efraim Turban
Expert Systems and Applied Artificial Intelligence
Mc Millan Publishing Co.
USA, 1992

Tien-Chien Chang, Richard A. Wysk, Hsu-Pin Wang
Computer Aided Manufacturing
Prentice Hall
USA, 1991

Robert U. Ayres
Computer Integrated Manufacturing, Vol I & II
Chapman and Hall
U.K., 1990

F.H. Mitchel J.R.
CIM Systems, An Introduction to CIM
Prentice Hall
USA, 1991

Reza A. Maleki
Flexible Manufacturing Systems, The Technology and Management
USA, 1991

José Mompín Poblet
Sistemas CAD/CAM/CAE
Publicaciones MARCOMBO, S.A.
México, 1988

Arnoldo Hernández
Manufactura Justo a Tiempo, Un Enfoque Práctico
Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.
México, 1995