

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRIQUEZ UREÑA
UNPHU**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Asignatura: INI-425 “ Control de Sistemas de Producción”



Material de Apoyo para el estudiante de la asignatura

Informe Presentado por:
Luis Jair Medina

**Santo Domingo, DN
2003**

INDICE

CAPITULO I INTRODUCCION

1.1	CONCEPTO DE CONTROL DE SISTEMAS DE PRODUCCION.....	1
1.2	LA DEMANDA SOBRE EL SISTEMA DEFINICIONES Y CONCEPTOS.....	2
1.3	CARACTERISTICAS ACTUALES DE LA PRODUCCION.....	5
1.4	COMPETITIVIDAD.....	6
	BIBLIOGRAFIA.....	15

CAPITULO II PRONOSTICOS DE LA DEMANDA

2.1	DEFINICION Y EMPLEO DE PRONOSTICOS.....	16
2.2	TIPOS DE PRONOSTICOS.....	17
2.3	APLICACIONES DE METODOS DE PRONOSTICOS.....	23
2.4	EJERCICIOS DE ASIGNACION.....	31
	BIBLIOGRAFIA.....	34

CAPITULO III PLANEACION AGREGADA

3.1	PLANEACION DE LA PRODUCCION.....	35
3.2	PLANEACION AGREGADA.....	36
3.3	CASOS SOBRE PLANEACION AGREGADA.....	46
3.4	EJERCICIOS DE ASIGNACION.....	50
	BIBLIOGRAFIA.....	52

CAPITULO IV PLANIFICACION DE LA PRODUCCION

4.1	PLAN MAESTRO DE PRODUCCION.....	53
4.2	EL SISTEMA MRP.....	57
4.3	ESTUDIO DE CASOS.....	66
4.4	EJERCICIOS DE ASIGNACION.....	70
	BIBLIOGRAFIA.....	72

CAPITULO V CONTROL DE INVENTARIOS

5.1	CONCEPTOS, COSTOS E IMPONDERABLES DE INVENTARIOS.....	73
5.2	CONTROL DE INVENTARIOS BAJO CERTEZA.....	78
5.3	CONTROL DE INVENTARIOS BAJO INCERTIDUMBRE.....	82
5.4	CALCULO DEL LOTE ECONOMICO.....	86
	BIBLIOGRAFIA.....	90

CAPITULO VI PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

6.1	CONCEPTO DE PROGRAMACION.....	91
6.2	ALGORITMOS DE PROGRAMACION.....	92
6.3	PROGRAMACION DE LA OPERACIÓN DE MAQUINAS.....	94
6.4	SISTEMAS DE PROGRAMACION.....	100
6.5	ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE PRODUCCION.....	105
	BIBLIOGRAFIA.....	110

CAPITULO VII SISTEMAS INTEGRALES DE
ADMINISTRACION DE LA
PRODUCCION

7.1	ASPECTOS DE INTEGRACION.....	111
7.2	SISTEMAS DE EMPUJAR VERSUS SISTEMAS DE TRACCION.....	115
7.3	SISTEMAS JUSTO A TIEMPO Y OTROS MODELOS.....	118
7.3	MANUFACTURA INTEGRADA POR COMPUTADOR.....	124
	BIBLIOGRAFIA.....	128

I.- INTRODUCCION

1.1- Concepto de Control de Sistemas de Producción.

Control de sistemas de producción: Es aquel que se ocupa de predecir la producción que se necesita, determinando así mismo la corriente necesaria de entrada, planeando y programando la elaboración de los materiales por medio de las secuencias necesarias de conversión o fabricación.

Los problemas importantes del control de producción dependen, hasta cierto punto, de la industria y de la empresa que se esté examinando. Los tipos de datos disponibles, los tipos de datos necesarios, las características de la operación de elaboración o fabricación, el servicio reclamado por el cliente, las características del producto, etc, variarán de una situación a otra.

La asignación de obligaciones y responsabilidades al control de producción y a los demás departamentos es función que corresponde a la alta dirección. Es muy importante que estas funciones y responsabilidades estén asignadas específicamente a una organización determinada que goce de autoridad absoluta para que se lleven a cabo las tareas que se le han asignado.

Las funciones del control de producción son:

1. Pronosticar la demanda del producto, expresando la cantidad en función del tiempo.
2. Comprobar la demanda real, compararla con la pronosticada y corregir los pronósticos si fuere necesario.
3. Establecer volúmenes económicos de partidas de los artículos que se han de comprar o fabricar.
4. Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencia en determinados puntos de la dimensión tiempo.
5. Comprobar los niveles de existencias, comparándolos con los que se han previsto.
6. Hacer programas detallados de producción.
7. Planear la distribución de productos.

1.2.- La demanda sobre el sistema. Definiciones y conceptos.

La demanda es la cuantía de los bienes y servicios que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios.

La función de demanda es la relación entre la cantidad demandada de un bien y su precio.

La cantidad demandada de un bien es aquella que están dispuestos a adquirir los compradores en un período determinado. Depende del precio del bien y de otros factores, incluidos los precios de otros bienes y las rentas y los gustos de los compradores.

La elasticidad es la relación que existe entre los cambios en las cantidades demandadas y los cambios en los precios e ingresos.

Se dice que la demanda es **elástica** si la elasticidad-precio de la demanda es mayor que 1. Es **inelástica** si es menor que 1. Es **unitaria** si es igual a 1.

Demanda de inversión: Consiste en los aumentos deseados o planeados por las empresas, de su capital físico y de sus existencias.

Demanda agregada: Es la cantidad de gasto planeado en bienes y servicios nacionales correspondiente a cada nivel de renta.

Demanda derivada: Demanda de factores productivos por parte de las empresas, que depende en definitiva de las demandas de bienes y servicios finales.

Demanda nominal de dinero: Es la cantidad de dólares que quieren tener los individuos y las empresas.

Un esquema indicativo de la adaptación del análisis de la demanda a un proyecto específico puede reconocer tres situaciones básicas:

- a) Aquella en que la demanda total sea claramente menor que la mayor de las unidades productoras que se pudieran instalar, dadas ciertas técnicas. En este caso no debe llevarse a cabo el proyecto.
- b) Aquella en que la demanda sea del mismo orden que la capacidad mínima de producción que se puede instalar. En este caso será importante considerar la estimación preliminar de la demanda y la posible influencia de los precios.
- c) Aquella en que la demanda sea superior a la mayor de las unidades productoras que se pueden instalar. En este caso el productor individual podría suponer constante la actual relación de precios, hacer la evaluación del proyecto y tomar su decisión utilizando márgenes de seguridad para castigar los ingresos o para aumentar los costos.

En una industria hay que tener presente la relación que existe entre el inventario y la demanda, ya que tanto la demanda como la producción pueden variar o mantenerse constante dependiendo el tipo de industria y de producto. Este aspecto hay que tenerlo muy en cuenta para aplicar el control de producción.

1.3- Características actuales de la producción.

En el tipo continuo de fabricación, una parte de la función total de control de producción la lleva a cabo el propio proceso en la forma en que originalmente se proyectó. Hay que prevenir los atascamientos en la línea de producción, y hacer hincapié en la disponibilidad de la calidad y cantidad correctas de materias primas en los momentos adecuados.

En la fabricación intermitente no hay un proceso de fabricación determinado. Por lo general, cada nuevo pedido reclama un proceso nuevo y diferente, aunque hay excepciones en que coinciden. En este tipo de fabricación, la responsabilidad de equilibrar las operaciones de producción pesa sobre el grupo de control de la misma.

La industria actual necesita de un sistema previsional. La previsión es siempre el instrumento fundamental en manos de la dirección para que ésta pueda tomar decisiones con visión del futuro. La conjunción de una previsión de ventas, de la planificación de la producción y de la previsión financiera correspondiente, constituyen el cuerpo de datos e información imprescindibles para orientar la vida de la empresa.

Prever es necesario para mejorar las condiciones de explotación, para elevar la productividad, para evitar inversiones poco rentables, para reducir gastos generales e inmovilizados en almacén, para aumentar

los beneficios, para orientar la financiación de nuevas inversiones, entre otros.

1.4.- Competitividad

Entendemos por competitividad a la capacidad de una organización pública o privada, lucrativa o no, de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico.

El término competitividad es muy utilizado en los medios empresariales, políticos y socioeconómicos en general. A ello se debe la ampliación del marco de referencia de nuestros agentes económicos que han pasado de una actitud autoprotectora a un planteamiento más abierto, expansivo y proactivo.

La competitividad tiene incidencia en la forma de plantear y desarrollar cualquier iniciativa de negocios, lo que está provocando obviamente una evolución en el modelo de empresa y empresario.

La ventaja comparativa de una empresa estaría en su habilidad, recursos, conocimientos y atributos, etc., de los que dispone dicha empresa, los mismos de los que carecen sus competidores o que estos tienen en menor medida que hace posible la obtención de unos rendimientos superiores a los de aquellos.

El uso de estos conceptos supone una continua orientación hacia el entorno y una actitud estratégica por parte de las empresas grandes como en las pequeñas, en las de reciente creación o en las maduras y en general en cualquier clase de organización. Por otra parte, el concepto de competitividad nos hace pensar en la idea "excelencia", o sea, con características de eficiencia y eficacia de la organización.

En el mundo competitivo, toda organización aspira a tener una ventaja competitiva única. Tal ventaja se puede lograr mediante el precio, por la capacidad de cumplir con las necesidades del cliente en poco tiempo y por la calidad.

a) La competitividad y la estrategia empresarial

La competitividad no es producto de una casualidad ni surge espontáneamente; se crea y se logra a través de un largo proceso de aprendizaje y negociación por grupos colectivos representativos que configuran la dinámica de conducta organizativa, como los accionistas, directivos, empleados, acreedores, clientes, por la competencia y el mercado, y por último, el gobierno y la sociedad en general.

Una organización, cualquiera que sea la actividad que realiza, si desea mantener un nivel adecuado de competitividad a largo plazo, debe utilizar antes o después, unos procedimientos de análisis y decisiones formales, encuadrados en el marco del proceso de "planificación estratégica". La función de dicho proceso es sistematizar y coordinar todos los esfuerzos de las unidades que integran la organización encaminados a maximizar la eficiencia global.

Para explicar mejor dicha eficiencia, consideremos los niveles de competitividad, la competitividad interna y la competitividad externa. La competitividad interna se refiere a la capacidad de organización para lograr el máximo rendimiento de los recursos disponibles, como personal, capital, materiales, ideas, etc., y los procesos de transformación. Al hablar de la competitividad interna nos viene la idea de que la empresa ha de competir contra sí misma, con expresión de su continuo esfuerzo de superación.

La competitividad externa está orientada a la elaboración de los logros de la organización en el contexto del mercado, o el sector a que pertenece. Como el sistema de referencia o modelo es ajeno a la empresa, ésta debe considerar variables exógenas, como el grado de innovación, el dinamismo de la industria, la estabilidad económica, para estimar su competitividad a largo plazo. La empresa, una vez ha alcanzado un nivel de competitividad externa, deberá disponerse a mantener su competitividad futura, basado en generar nuevas ideas y productos y de buscar nuevas oportunidades de mercado.

BENCHMARKING

Benchmarking o comparación competitiva, es un punto de referencia mediante el cual las comparaciones posibles van de las tradicionales a las poco usuales:

- La especificación

- Los deseos del cliente
- La competencia
- El mejor en nuestra industria
- El mejor en cualquier industria

Para sobrevivir en el mercado, las comparaciones tradicionales (especificaciones del producto) deben complementarse con la medición de la calidad relativa a la competencia, en términos del liderazgo de la calidad la comparación debe ser el "mejor".

Los pasos iniciales para el sistema de comparación son:

- 1- Determinar las características que se deben comparar
- 2- Determinar las organizaciones de las que se recolectan datos.
- 3- Recolectar y analizar los datos.
- 4- Determinar el "mejor de su clase".

Después se desarrollan los planes estratégicos para desarrollar o adoptar las mejores prácticas. Tales estrategias están dirigidas tanto a retener los clientes actuales, como a generar nuevos clientes.

El conocimiento de las últimas tendencias en estrategia empresarial constituye siempre un camino para alcanzar una mejora en la eficacia y competitividad de las empresas. Este conocimiento es aún más necesario en la actualidad dado que tanto los diferentes factores que afectan el comportamiento de los negocios como la

internacionalización de los mercados, la aceleración del cambio tecnológico, la dinamización del ciclo de vida de los productos y el cambio en los hábitos de consumo de la demanda, pueden originar un relativo desconcierto en las empresas.

En el futuro, los productos tendrán que ser desarrollados y producidos de forma más rápida, así como el nivel de calidad deberá ser más alto. Por eso, además de las metas cuantitativas, como coste o tiempos, se tendrán en cuenta las metas cualitativas, como flexibilidad, seguridad de entrega, conocimiento de los procesos, innovación, calidad total (TQM) y protección del medio ambiente. Organizaciones de la empresa con división de trabajo funcionales, que eran adecuadas en los años pasados, pierden a menudo su efectividad.

Además las estrategias de producción, las cuales se ocupaban de problemas técnicos y se aplicaban con éxito en el pasado, pierden cada vez más su importancia. Los cambios de la estructura de producción son relevantes. La modernización de la organización de la empresa y de la estructura de producción requiere un enfoque global del proceso. Hay que optimizar conjuntamente los factores: recursos humanos, técnica y organización.

El objetivo en el proceso de Benchmarking es aportar útiles elementos de juicio y conocimiento a las empresas que les permita identificar cuáles son los mejores enfoques de los mejores ejemplos que conduzcan a la optimización de sus estrategias y de sus procesos

productivos. De este modo, no es de extrañar la reacción de las empresas más dinámicas esforzándose por identificar cuáles son los mejores enfoques y las mejores prácticas que conduzcan a la optimización de sus estrategias y de sus procesos en el más amplio sentido. Para lograr este propósito, es preciso el enfoque de la vigilancia del entorno que permita observar si, en algún otro lugar, alguien está utilizando prácticas y procedimientos con unos resultados que pudieran ser considerados como excelentes y si su forma de proceder pudiera conducir a una mayor eficacia en la propia organización.

Probablemente no se podrá encontrar una empresa que tenga exactamente el mismo plan de organización, procesos o metas. Por lo tanto, empezar la fase de Benchmarking de un programa de mejora de proceso no es un paso que se debe tomar a la ligera. El Benchmarking es un proceso en marcha que requiere modernización constante, donde los compromisos monetarios y de tiempo son significativos. Además es necesario analizar cuidadosamente los propios procesos antes de ponerse en contacto con otras empresas.

En definitiva, el Benchmarking serio surge como una respuesta totalmente natural a la demanda de fórmulas que permitan no solamente subsistir, sino competir con éxito. Las empresas de referencia se habrán de buscar tanto en el propio sector como en cualquiera que pueda ser válido.

El Benchmarking es un proceso sistemático que permite:

- Medir los resultados de los competidores con respecto a los factores clave de éxito de la industria.
- Determinar cómo se consiguen esos resultados.
- Utilizar esa información como base para establecer objetivos y estrategias e implantarlos en la propia empresa.

En pocas palabras, Benchmarking es el proceso de obtener información útil que ayude a una organización a mejorar sus procesos. Benchmarking no significa espiar o sólo copiar. Está encaminado a conseguir la máxima eficacia en el ejercicio de aprender de los mejores, y ayudar a moverse desde donde uno está, hacia donde quiere estar.

A la hora de buscar los modelos a imitar, se pueden encontrar cinco posibles aproximaciones o niveles de Benchmarking:

- **Interno:** Se lleva a cabo dentro de la propia empresa. Quizás existen departamentos propios que podrían ofrecer informaciones excelentes. Primero porque tendrían procesos modelo, segundo porque podrían recoger informaciones de clientes o competidores con los cuales tratan y tienen procesos similares. Es el más sencillo de realizar, ya que la información es fácilmente disponible.
- **Competitivo directamente:** La mayoría de las empresas tienen, al menos, un competidor que puede ser considerado como excelente en el proceso que se pretende mejorar. Conseguir que

el competidor directo proporcione los datos de interés puede ser una tarea difícil, si no imposible. Este problema puede ser en ocasiones solventado mediante una tercera empresa que actúe de intermediaria.

- **Competitivo latente:** Se trata de empresas que pueden ser mucho más grandes o pequeñas que la nuestra, y por tanto no competir en los mismos mercados. También se consideran las empresas que aún no han entrado en el mercado, pero que presumiblemente lo harán en el futuro.
- **No competitivo:** En ocasiones es posible obtener información a través de empresas que no son competidoras de forma directa, bien sea porque el mercado en el que actúan sea geográficamente distinto, bien porque se trate de un sector industrial diferente. En este último caso el proceso deberá ser adaptado a la particularidad de la empresa. La información será fácilmente accesible.
- **World Class:** Esta aproximación es la más ambiciosa. Implica ver el óptimo reconocido para el proceso considerado - una organización que lo hace mejor que todas las demás.

Una vez la empresa se ha decidido a sumergirse en esta técnica es preciso el conocimiento y el compromiso por parte de todos los niveles de la empresa, de que se trata de un proceso continuado y que requiere de constantes puestas al día.

En un primer paso será necesario un análisis exhaustivo del propio proceso, antes de llevar a cabo cualquier contacto con otras empresas. Existen unos factores indicadores del éxito del programa entre los que destacamos:

- Compromiso activo por parte de la Dirección.
- Definición clara de los objetivos que se persiguen.
- Firme convencimiento de aceptar el cambio sugerido por el estudio realizado.
- Esfuerzo continuo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Biegel, Jonh E. **Control de Producción.** Herrero Hermanos México. Sexta edición. 1977.
- 2.- Revista Robotiquer.
<http://revista.robotiker.com/articulos/articulo8/pagina4.jsp>.
- 3.- Aquilano, Nicolas. **Dirección y Administración de la producción y de las operaciones.** Adison – Wesley Iberoamericana. Sexta edición. España. 1994.
- 4.- Fischer, Stanley. **Economía.** McGrawhill. Segunda edición. México. 1990.
- 5.- Jurán, Joseph. **Análisis y planeación de la calidad.** McGrawhill. Quinta edición. México. 1995.

II.- PRONOSTICOS DE LA DEMANDA

2.1.- Definición y empleo de pronósticos

Pronóstico: Conjetura acerca de lo que puede suceder.

Los pronósticos son muy importantes para toda organización empresarial y para las decisiones de gestión importantes. Son la base de la planificación corporativa a largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad son la base para la planificación del presupuesto y el control de costos. La mercadotecnia se apoya en los pronósticos de ventas para crear nuevos productos, compensar el personal de ventas y tomar otras decisiones importantes.

El personal de producción y de operaciones utiliza pronósticos para tomar decisiones periódicas con respecto a la selección de procesos, a la planificación de la capacidad, a la distribución en planta, a la planificación de la producción, a la programación de actividades y al inventario.

Téngase presente que un pronóstico perfecto suele ser imposible. Simplemente, hay demasiados factores en el entorno empresarial que no pueden ser pronosticados con certeza. Por lo tanto, más que buscar el pronóstico perfecto, lo realmente importante es mantener la práctica de realizar continuas revisiones de los pronósticos y aprender a vivir con pronósticos imprecisos. Esto no quiere decir que no debamos intentar mejorar el modelo o la metodología del pronóstico,

sino que debemos encontrar y utilizar el mejor método posible del pronóstico, dentro de lo razonable. Cuando se pronostica, una buena estrategia es usar dos o tres métodos y verlos en conjunto para obtener una perspectiva de sentido común. Es fundamental revisar y actualizar continuamente los pronósticos con base en los datos recientes.

En muchos sistemas productivos, es inevitable aprender a vivir con pronósticos equivocados, lo que se logra con un sistema flexible de planificación de la producción y con gerentes de producción competentes.

Un pronóstico tiene dos partes: el número (la mayoría de las veces la media) y el intervalo. Si el meteorólogo dijo que el pronóstico para mañana era de 25° C con un intervalo de 24 a 27° C, entonces los 23°C están fuera del intervalo. Si el se sale con frecuencia del intervalo, entonces podemos decir que probablemente su técnica de pronóstico está mal.

2.2.- Tipos de pronósticos

Los pronósticos pueden clasificarse en cuatro tipos básicos: cualitativos, análisis de series de tiempo, casuales y simulación. Los pronósticos casuales y el análisis de series de tiempo son pronósticos cuantitativos. Un pronóstico puede ser cuantitativo o cualitativo.

A continuación se definen los tipos de pronósticos y su clasificación:

- a) **Cualitativo:** Subjetivo, silencioso; se basa en estimaciones y opiniones. Estos se dividen en los siguientes:

Método Delphi: Un grupo de expertos responde a un cuestionario. Un moderador compila los resultados y formula un nuevo cuestionario que se presenta al grupo. De esta manera existe un proceso de aprendizaje para el grupo, al recibir nueva información, y no hay influencia de la presión de grupo o de un individuo dominante.

Investigación de mercados: Recopila datos de varias maneras (encuestas, entrevistas, etcétera) para probar hipótesis formuladas con respecto al mercado. Por lo general se usa para pronosticar ventas a largo plazo y de nuevos productos.

Consenso Grupal: Intercambio abierto en reuniones. La idea es que la discusión en grupo producirá mejores pronósticos que si lo hace un individuo. Los participantes pueden ser ejecutivos, personal de ventas o clientes.

Analogía histórica: Relaciona lo que se pronostica con un artículo similar. Es importante para la planificación de nuevos productos donde se puede derivar un pronóstico de la historia de un producto similar.

Niveles Inferiores: Obtiene un pronóstico compilando datos que proporcionan las personas de la parte más baja de la jerarquía, quienes tienen contacto con lo que se pronostica. Por ejemplo, se puede obtener un pronóstico global de ventas al combinar la información de cada agente de ventas, quien está relacionado con su propio territorio.

b) **Análisis de series de tiempo:** Se basa en la idea de que se puede usar la historia de sucesos durante un período para hacer pronóstico. Se divide en:

Promedio móvil simple: Se promedia un período que contiene varios puntos de datos, dividiendo la suma de los valores de los puntos entre el número de puntos. Así, cada punto tiene la misma influencia.

Suavizamiento exponencial: Los puntos de datos más recientes tienen mayor peso; este peso se reduce exponencialmente conforme los datos más antiguos.

Análisis de regresiones: Ajusta una línea recta a datos pasados, por lo general relacionando el valor del dato con el tiempo. El método de ajuste más común es el de mínimos cuadrados.

Técnica Box Jenkins: Muy complicada, pero al parecer la más precisa de las técnicas estadísticas disponibles. Relaciona una clase

de modelos estadísticos con los datos y ajusta el modelo a la serie de tiempo por medio de distribuciones bayesianas a posteriori.

Series de tiempo de Shiskin: Un método eficaz para descomponer una serie de tiempo en estacionalidad, tendencia e irregulares. Requiere por lo menos tres años de datos históricos. Muy bueno para identificar puntos de cambio, por ejemplo, en ventas de una compañía.

Proyección de tendencias: Ajusta una idea de tendencia automática a puntos de datos y la proyecta hacia el futuro.

- c) **Casuales:** Trata de comprender el sistema que forma la base y el entorno del artículo que se pronostica. Por ejemplo, las ventas pueden ser afectadas por publicidad, calidad y competencia.

Análisis de regresiones: Parecido al método de mínimos cuadrados que se emplea en el análisis de series de tiempo, pero puede contener más variables. Se basa en que el propósito se debe a la presentación de otros fenómenos.

Modelos econométricos: Intenta describir un sector de la economía por medio de una serie de ecuaciones interdependientes.

Modelos de entrada/salida: Se centra en las ventas de cada industria a otras empresas y al gobierno. Indica los cambios en ventas

que puede esperar una industria productora debido a cambios en las compras de otra industria.

Indicadores guía: Estadísticas que se mueven en la misma dirección que la serie que se pronostica, pero que anteceden a la serie, como sería un aumento en el precio de la gasolina que indica una reducción en el futuro de las ventas de automóviles grandes.

d) Modelos de simulación: Modelos dinámicos, por lo general basados en computadores, que permiten al pronosticador hacer suposiciones sobre las variables internas y el ambiente externo del modelo.

Errores de pronóstico

Cuando usamos la palabra error, nos referimos a la diferencia entre el valor del pronóstico y lo que en realidad ocurrió. La demanda de un producto se genera por la interacción de varios factores, demasiado complejos para describir con precisión en un modelo. Por lo tanto todos los pronósticos contienen (con toda seguridad) un error. Al hablar de errores de pronóstico es conveniente establecer la diferencia entre las fuentes de error y la medición del error. Los errores pueden provenir de varias fuentes. Uno muy común, es la proyección de tendencias pasadas hacia el futuro.

Los errores se pueden clasificar como sistemáticos o aleatorios. El error sistemático es el que se comete consistentemente. Algunas de sus causas son: excluir las variables correctas, utilizar las relaciones equivocadas entre variables, emplear la línea de tendencia incorrecta, desplazar por accidente la demanda estacional del lugar donde normalmente ocurre; y no darse cuenta de que existe alguna tendencia secular.

Algunos de los términos más comunes que se usan para describir el grado de error, son error estándar, error cuadrático medio (varianza) y desviación media absoluta. Además, se pueden usar señales de rastreo para indicar la existencia de cualquier error sistemático positivo o negativo en el pronóstico.

La desviación media absoluta (DMA) es el error promedio en los pronósticos y usa valores absolutos. Su importancia se debe a que, como la desviación estándar, mide la dispersión de un valor observado con respecto a uno esperado.

La DMA se calcula con las diferencias entre la demanda real y la de pronóstico, sin considerar el signo de la diferencia. Equivale a la suma de las desviaciones absolutas dividida entre el número de datos, o , en forma de ecuación, a:

$$DMA = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n}$$

donde

t= Número del período

A= Demanda real para el período

F= Demanda pronosticada para el período

n = Total de períodos

| | = Símbolo que se utiliza para indicar el valor absoluto , descartando los signos positivos y negativos.

Cuando se distribuyen normalmente los errores de un pronóstico la desviación media absoluta se relaciona con la desviación estándar de la siguiente manera: 1 desviación estándar = 1.25 DMA

Una señal de rastreo es una medición que indica si el promedio del pronóstico está a la par de cualquier tendencia de cambio genuina, ascendente o descendente, en la demanda.

2.3- Aplicaciones de métodos de pronósticos

Promedio móvil simple:

$$F_{t+1} = \frac{A_t + A_{t-1} + A_{t-2} + \dots + A_{t-n+1}}{n}$$

donde F_{t+1} = predicción para el período t+1

A_t = demanda real para el período t

n = Números de períodos por promediar

Por ejemplo si la demanda real de febrero es de 920 unidades y la demanda real de enero es de 940 unidades, calcular el promedio móvil simple de marzo:

$$F_{mar} = \frac{A_{feb} + A_{ene}}{2} = \frac{920 + 940}{2} = 930$$

Promedio móvil ponderado:

Una tienda de departamentos puede encontrar que el mejor pronóstico para un período de cuatro meses se obtiene al usar el 40% de las ventas reales para el mes más reciente, el 30% para las cifras de dos meses atrás, el 20% para el tercer mes y el 10% para el cuarto mes hacia atrás. Si los datos de ventas fueran los siguientes:

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
100	90	105	95	?

el pronóstico para el mes 5 sería:

$$\begin{aligned} F_5 &= 0.40 (95) + 0.30 (105) + 0.20 (90) + 0.10 (100) \\ &= 38 + 31.5 + 18 + 10 \\ &= 97.5 \end{aligned}$$

Suavizamiento exponencial:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente para el período t

F_{t-1} = Pronóstico suavizado exponencialmente para el período anterior

A_{t-1} = La demanda real para el período anterior

α = Tasa de respuesta deseada, o constante de suavizamiento.

Suponga que es relativamente estable la demanda para un producto dado, y que sería apropiada una constante de suavizamiento $\alpha = 0.05$. Si se estuviera utilizando en forma continua el método exponencial, se habría obtenido un pronóstico para el mes anterior. Suponga que éste F_{t-1} fue de 1050. Si la demanda real fue 1000, el pronóstico para este mes sería:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

$$= 1050 + 0.05 (1000 - 1050)$$

$$= 1050 + 0.05 (-50)$$

$$= 1047.5 \text{ unidades}$$

Señal de rastreo (SR) y desviación media absoluta (DMA)

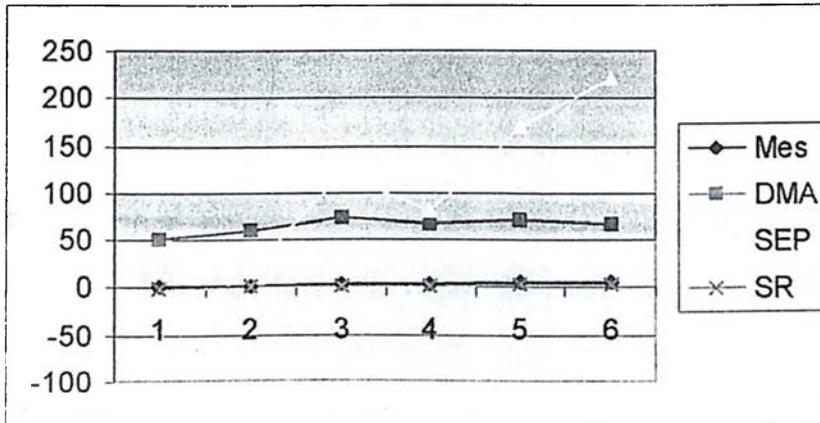
MES	Demanda Pronosticada	Real	Desviación	Sep	Desviación	Suma de desviaciones absolutas	DMA	SR
1	1000	950	-50	-50	50	50	50	-1
2	1000	1070	70	20	70	120	60	0.333333
3	1000	1100	100	120	100	220	73.3	1.637108
4	1000	960	-40	80	40	260	65	1.230769
5	1000	1090	90	170	90	350	70	2.428571
6	1000	1050	50	220	50	400	66.7	3.298351

Desviación media absoluta (DMA): Para el mes 6. $DMA = 400/6 = 66.7$

Señal de rastreo = SEP/DMA . Para el mes 6, $SR = SEP/DMA = 220/66.7 = 3.298 \text{ DMA}$

SEP = suma de errores de pronostico, es decir tomando en cuenta la desviación.

Para los otros meses se aplica la misma formula.



Método de los mínimos cuadrados:

El método de los mínimos cuadrados trata de ajustar la línea a los datos que minimicen la suma de los cuadrados de la distancia vertical entre cada punto de datos y su punto correspondiente de la línea. Se utilizan las siguientes fórmulas:

$$Y = a + bx$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

donde:

a= Intersección de Y

b= Pendiente de la línea

\bar{y} = promedio de todas las y

\bar{x} = promedio de todas las x

y = valor de y en cada punto de datos

n= Número de puntos de datos

Y= Valor de la variable dependiente calculada con la ecuación de regresión

En el siguiente cuadro siguiente se calculan estos datos para 12 meses. Buscar los pronósticos para los períodos 13 al 16.

x	y	xy	x ²	y ²	Nueva Y
1	600	600	1	360000	801.3
2	1550	3100	4	2402500	1160.9
3	1500	4500	9	2250000	1520.5
4	1500	6000	16	2250000	1880.1
5	2400	12000	25	5760000	2239.7
6	3100	18600	36	9610000	2599.4
7	2600	18200	49	6760000	2959
8	2900	23200	64	8410000	3318.6
9	3800	34200	81	14440000	3678.2
10	4500	45000	100	20250000	4037.8
11	4000	44000	121	16000000	4397.4
<u>12</u>	<u>4900</u>	<u>58800</u>	<u>144</u>	<u>24010000</u>	<u>4757.1</u>
78	33350	268200	650	112502500	

$$\bar{x} = 6.5$$

$$\bar{y} = 2779.17$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$b = \frac{268200 - 12(6.5)(2779.17)}{(650) - 12(6.5)^2}$$

$$b = \frac{268200 - 216775.26}{650 - 507}$$

$$b = 359.6$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$a = 2779.17 - 359.6(6.5) \rightarrow a = 441.6$$

$$Y = a + bx$$

$$Y = 441.6 + 359.6x$$

$$Y_1 = 441.6 + 359.6(1) = 801.3$$

$$Y_{13} = 441.6 + 359.6(13) = 5116.4$$

$$Y_{14} = 441.6 + 359.6(14) = 5476$$

$$Y_{15} = 441.6 + 359.6(15) = 5835.6$$

$$Y_{16} = 441.6 + 359.6(16) = 6195.2$$

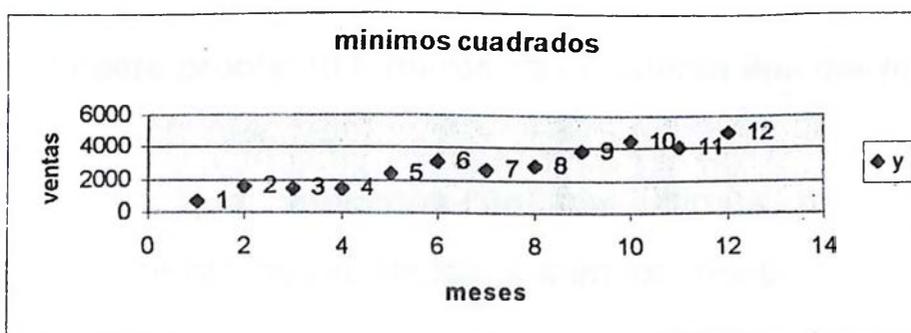
Las otras Y se calculan de la misma manera.

Calculo del error estándar (S_{YX}).

$$S_{YX} = (\sum (y_i - Y_i)^2 / (n-2))^{1/2}$$

$$S_{YX} = ((600 - 801.3)^2 + (1550 - 1160.9)^2 + (1500 - 1520.5)^2 + (1500 - 1880.1)^2 + (2400 - 2239.7)^2 + (3100 - 2599.4)^2 + (2600 - 2959)^2 + (2900 - 3318.6)^2 + (3800 - 3678.2)^2 + (4500 - 4037.8)^2 + (4000 - 4397.4)^2 + (4900 - 4757.1)^2) / (12-2))^{1/2} = ((40521.69 + 151398.81 + 420.25 + 144476.01 + 25696.09 + 250600.36 + 128881 + 175225.96 + 14835.24 + 213628.84 + 157926.76 + 20420.41) / (10))^{1/2}$$

$$S_{YX} = (1324031.42 / 10)^{1/2} = 363.9$$



Pronósticos Enfocados:

El cuadro de abajo muestra la demanda para un período de 8 meses. Trate de adivinar lo que sería la demanda para los meses de julio, agosto y septiembre.

Meses	Año pasado	Este Año
Enero	6	72
Febrero	212	90
Marzo	378	108
Abril	129	134
Mayo	163	92
Junio	96	137
Julio	167	
Agosto	159	
Septiembre	201	
Octubre	153	
Noviembre	76	
Diciembre	30	

Para este problema tomaremos en cuenta dos estrategias:

1. Lo que vendimos en los últimos tres meses es lo que probablemente vendamos en los tres próximos.

2. Probablemente en los próximos tres meses vendamos 10% más de lo que vendimos en los tres meses anteriores.

Primero se utilizará la primera estrategia. En este caso vamos a considerar que la demanda y la venta son equivalentes. Primero se prueba esta estrategia para los últimos tres meses, es decir:

$$\text{Pronóstico (abril + mayo + junio)} = \text{Demanda (enero + febrero + marzo)} = 72 + 90 + 108 = 270$$

Como lo que en realidad ocurrió fue $363 = 134 + 92 + 137$, el pronóstico fue $270/363 = 74\%$; o en otras palabras, 26% menor. Probaremos ahora con la segunda estrategia:

Pronóstico (abril + mayo + junio)
= ((Demanda (enero + febrero + marzo) este año) x (demanda (abril + mayo + junio) año pasado)) / Demanda (enero + febrero + marzo) el año pasado

$$= \frac{(72 + 90 + 108) \times (129 + 163 + 96)}{6 + 212 + 378}$$

$$= 270 (388) / 596 = 176$$

Lo que realmente ocurrió en abril, mayo y junio de este año fue 363, por lo que el pronóstico fue 176/363, o sólo 48% de la demanda real.

Como la estrategia 1 fue mejor para pronosticar los últimos tres meses, la usaremos para pronosticar julio, agosto y septiembre de este año. La estrategia 1 dice que lo que vendimos en los últimos tres meses es lo que probablemente venderemos en los próximos tres meses.

Pronostico (julio + agosto + septiembre) = Demanda (abril + mayo + junio) = $134 + 92 + 137 = 363$.

2.4- Ejercicios de asignación

1. **A continuación se presentan la demanda real correspondiente a un producto dado para los meses señalados y su pronóstico. Calcular el promedio móvil simple, la desviación media absoluta y la señal de rastreo.**

<u>Mes</u>	<u>Real</u>	<u>Pronóstico</u>
Octubre	700	660
Noviembbre	760	840
Diciembre	780	750
Enero	790	835

Febrero	850	910
Marzo	950	890

2. La siguiente tabla contiene ventas reales de cebada (en miles de toneladas métricas) para seis meses y la predicción para enero:

<u>Mes</u>	<u>Real</u>	<u>Predicción</u>
Enero	102	82
Febrero	94	
Marzo	105	
Abril	87	
Mayo	70	
Junio	99	

Calcular las predicciones para los cinco meses restantes utilizando la suavización exponencial simple con $\alpha = 0.3$.

3. El año pasado, la demanda de unidades fue:

<u>Mes</u>	<u>Demanda (unidades)</u>
Enero	4200
Febrero	4300
Marzo	4000
Abril	4400
Mayo	5000

Junio	4700
Julio	5300
Agosto	4900
Septiembre	5400
Octubre	5700
Noviembre	6300
Diciembre	6000

Utilizando el análisis de regresión de mínimos cuadrados, ¿Cuál es el pronóstico de la demanda para los meses de enero, febrero, marzo y abril del año próximo?

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aquilano, Nicolas. **Dirección y Administración de la producción y de las operaciones.** Adison – Wesley Iberoamericana. Sexta edición. España. 1994.
- 2.- Radford, Russel: **Administración de operaciones y producción.** McGrawhill. Colombia. 1997.

III: PLANEACION AGREGADA

3.1.- Planeación de la Producción

La planeación de la producción es aquella que utiliza la información proveniente de la planeación del producto y de ventas para planear los volúmenes agregados de producción y niveles de inventario por períodos de tiempo para grupos de productos.

En la planeación de la producción, los artículos se especifican en los términos más amplios posibles: toneladas, barriles, metros, dólares u horas estándar de producción. La especificidad de la línea requerida de producto a este nivel depende del equipo necesario para fabricarlo. Por ejemplo, los bloques del motor de los automóviles se fabrican en una línea de alta velocidad diseñada especialmente para ello.

Normalmente, una línea para la fabricación de motores de cuatro cilindros no se puede utilizar para la fabricación de motores de seis cilindros. Así, el plan de producción debe separar los requerimientos de motores de cuatro de los seis cilindros para calcular los requerimientos de instalaciones. La producción uniforme para compensar la tasa variable de demanda estacional se plantea dentro de este intervalo de tiempo.

El plan de producción establece las metas de nivel de servicio a los clientes, los niveles objetivo de inventario, la magnitud de los pedidos

pendientes, las tasas de producción, la magnitud de la fuerza de trabajo y los planes para tiempos extra y subcontratación. El plan de producción no puede ser una lista de buenos deseos, sino que debe estar sujeto a las restricciones de capacidad. El plan de producción abarca los horizontes de planeación a largo y mediano plazos; funciona como una base para la planeación a mediano plazo. Algunas organizaciones afinan el plan gradualmente hasta un punto en que es más bien un programa maestro de producción que un plan de producción en sí.

El objetivo del plan de producción es proporcionar suficientes artículos terminados por determinado periodo para satisfacer los objetivos del plan de ventas a la vez que permanecer dentro de las restricciones financieras y de capacidad de producción. Cuando la demanda varía de un período a otro, la planeación de la producción para exceder la demanda puede proporcionar inventario para satisfacer la demanda excesiva en un período siguiente.

3.2.- Planeación agregada

El plan de producción agregada indica la manera como la empresa debe proveer capacidad para satisfacer la demanda a mediano plazo.

El termino planeación agregada significa planeación para un grupo a fin de obtener una visión de los resultados totales planeados. Un plan agregado puede abarcar una línea de productos, los productos de una

las decisiones anteriores a largo plazo sobre instalaciones limitan la capacidad disponible y pueden restringir las opciones de planeación agregada. Así, la planeación a largo plazo de las instalaciones, debe tomar en consideración la estrategia de la planeación agregada.

Examinemos la causa del problema de la planeación agregada y algunos puntos de vista para hacer frente al desafío. Además de las removedoras de nieve y las segadoras de césped, que dependen de la demanda estacional, también el mobiliario, los aparatos domésticos, los automóviles, la ropa, las pequeñas herramientas, entre muchos otros artículos, presentan una demanda con variaciones significativas cada estación, año tras año.

De este modo, la variación de la demanda de los artículos para el consumidor, generan una demanda estacional para las materias primas, las componentes y los suministros que se utilizan en su fabricación. La demanda relativamente estable (pan y leche por ejemplo) y la demanda cíclica sirven de base para el estudio de los conceptos y de las técnicas útiles para la planeación agregada bajo cualquier situación.

Con una demanda relativamente uniforme, no existe el problema de la planeación agregada, pues las instalaciones, la capacidad, la fuerza de trabajo, y los materiales se planean para la producción a esa velocidad uniforme. No obstante, los patrones estacionales de demanda presentan a la administración las siguientes tres opciones:

1. Modificar o manejar la demanda.
2. Manejar la oferta (producción) como se menciona a continuación:
 - a) Proporcionar una amplia capacidad y flexibilidad para tener producción que coincida con la demanda (la estrategia de persecución).
 - b) Producir a un nivel constante y almacenar parte de la producción para satisfacer la demanda alta(estrategia de persecución).
 - c) Alguna combinación de los puntos 1 y 2.

Costos relevantes de la planeación agregada

Los costos resultantes de la decisión de la planeación agregada se agrupan en dos categorías principales: (1) costos de inventarios y (2) costo del cambio en el nivel de producción.

Costos de inventarios: Son aquellos que incluyen: (1) Costos de mantenimiento de un inventario y (2) los costos del capital por las instalaciones de almacenamiento agregadas además de las requeridas para el nivel de producción.

El costo de mantenimiento de un inventario es el que resulta de la fabricación de artículos durante un período determinado para venderlos en períodos posteriores durante los cuales la demanda pronosticada excede a la producción planeada.

Estos costos su vez incluyen costos de almacenamiento, capital invertido, seguros e impuestos por los artículos guardados en almacén, además incluye roturas, deterioro y obsolescencia.

Los costos del cambio en el nivel de producción, son aquellos que incluyen los siguientes elementos:

1. **Instalaciones y equipo (mayor capacidad):** Por ejemplo, cuando la producción aumenta, se requieren mayores costos de instalaciones y equipos.
2. **Contratación y despido de empleados:** Incrementar la capacidad requiere la contratación de nuevos empleados, lo que hace que sea costoso.
3. **Tiempo extra y tiempo ocioso:** Existe tiempo ocioso cuando hay más personal en la nómina que el requerido para fabricar la producción planeada. El tiempo extra aumenta la capacidad de la mano de obra, puede evitar el costo de contratación.
4. **Personal de medio tiempo y eventual:** El personal de este tipo se caracteriza porque su jornada requiere menos tiempo que la jornada completa; tiene la desventaja que el salario es menor.

producción agregada y el tamaño de la fuerza laboral en los meses subsiguientes de acuerdo con el propósito de demanda para el horizonte de planeación. El modelo HMMS no tiene en cuenta, de modo directo, algunas restricciones como la capacidad limitada de horas extras y los niveles máximos de inventario.

En la práctica, la función cuadrática de costos puede aplicarse repetidamente mientras no cambie la estructura de costos subyacente. Sin embargo, cuando cambie la estructura de costo, también deben modificarse los estimados de costos y la función cuadrática de costos.

La utilidad de este modelo está muy limitada a las organizaciones de respuesta sensible rápida, debido a que no considera restricciones que la empresa encuentra con frecuencia y dificultad.

Programación lineal: La programación lineal es otra herramienta de optimización que se emplea para determinar el impacto de una variedad de costos y restricciones sobre las alternativas de producción y para encontrar el plan "óptimo" de producción. La meta es minimizar los costos de producción.

Técnicas Heurísticas

Al contrario de los modelos de optimización, las técnicas heurísticas intentan generar un plan agregado que pueda llevarse a la práctica

con rapidez y sea eficaz con relación a los costos, sin importar si el plan es óptimo o no.

Modelo de coeficientes de administración: El modelo de coeficientes de administración se basa en decisiones anteriores respecto de la fuerza laboral y los niveles de producción para proponer en qué punto deben estar estas variables en el futuro. Sin embargo, no se identifican de modo directo el razonamiento y las reglas de pulgar que subyacen tras estas decisiones anteriores. Por el contrario, se emplea el análisis de regresión múltiple que utiliza datos anteriores para desarrollar una regla general de decisión.

Reglas de decisión para la búsqueda: El modelo de reglas de decisión para búsqueda (RDB) utiliza ecuaciones de costo de cualquier forma para llevar a cabo una búsqueda sistemática con el fin de hallar la combinación de costo mínimo de la fuerza laboral (w) y niveles de producción (p) en el horizonte de planeación. Se selecciona un conjunto de valores a prueba para el tamaño de la fuerza laboral y la tasa de producción en un período determinado del horizonte de planeación.

El computador evalúa este plan y le introduce modificaciones pequeñas pendientes a lograr la mejor orientación. Si dichos cambios originan una disminución en el costo del plan, se adoptan; si el nuevo plan es más costoso, no se introducen los cambios. El ciclo se repite hasta cuando no se puedan hacer más cambios.

Sistemas expertos basados en el conocimiento: Los encargados de la planeación estratégica poseen otra herramienta gracias a un nuevo progreso de la computación: los **sistemas expertos basados en el conocimiento (KBES)**, que aprovechan el conocimiento recopilado por los expertos para resolver problemas de un campo específico.

En el contexto de planeación agregada, las personas encargadas de la planeación que poseen la experiencia, desarrollan un conjunto de reglas que se almacenan en la base de conocimientos del sistema. Luego, en una sección interactiva, el KBES desarrolla el plan agregado. El usuario puede hacer caso omiso de las decisiones tomadas por el sistema y pedirle que explique las razones que subyacen tras dichas decisiones.

En la actualidad muchos sistemas expertos pueden tener acceso a datos de la base de datos corporativa de la empresa y “dialogar” con otras herramientas computarizadas empleadas por la empresa, lo cual permite que la organización examine los efectos de cascada producidos en los niveles más bajos al tomar decisiones en un nivel y facilita la integración interna. En resumen, los KBES surgen como una herramienta muy promisoriosa para la planeación agregada.

Método de ensayo y error: Es una técnica de planeación agregada conceptualmente simple y muy utilizada. Los encargados de la planeación generan y evalúan varios planes agregados recurriendo a

la heurística de experiencias pasadas, datos sencillos de costos o la intuición. Con frecuencia, se emplean gráficas para ilustrar los planes alternativos y comparar la capacidad generada por cada uno con el propósito de la demanda.

Control del plan agregado

Una vez que el plan se ha implementado y tiene lugar su ejecución, la administración debe ejercer el control. Rara vez las cantidades reales de producción y de demanda igualan a las cantidades planeadas. Si se compara la demanda acumulativa real y la producción con la demanda y la producción pronosticadas, el encargado de la planeación podrá determinar si la situación está bajo control.

Tanto una demanda inesperadamente alta como una producción real que sea sustancialmente inferior al nivel planeado puede dar como resultado un inventario insuficiente para cumplir los pedidos durante los siguientes períodos de demanda alta. Pocas veces una demanda baja o una producción que exceda el plan darán como resultado un inventario excesivo.

3.3.- Casos sobre planeación agregada

En los casos que se dan a continuación se van a tomar en cuenta las siguientes informaciones:

1. No se permiten faltantes en inventario.
2. El nivel mínimo planeado de inventario es de 1100 unidades.
3. El costo unitario es igual a 50 \$
4. El porcentaje de costo de mantenimiento es igual a 0.30 por año, por dólar de inventario.
5. El costo de contratación es igual a \$ 600 por trabajador
6. Los costos de despido son \$ 200 por trabajador.
7. El costo de mano de obra directa por hora es igual a \$ 10.
8. La capacidad por trabajador, mensual, es igual a 160 horas.

Además de esto, existe una relación directa de 1:200 entre la mano de obra directa y la producción cuando ésta se encuentra en cantidades de 5000 a 12000 unidades por mes. Esto es, se requiere un trabajador adicional por cada 200 unidades producidas mensualmente. El tiempo extra se debe utilizar para producir más de 12000 unidades mensualmente.

1er caso:

Mes	Inventario Inicial	Producción	Demanda	Inventario Final	Costos de tiempo extra	Costo del cambio del volumen de producción	Costo del mantenimiento del inventario
Enero	1,100	10,000	9,000	2,100	-	-	2,625
Febrero	2,100	10,000	6,200	5,900	-	-	7,375
Marzo	5,900	10,000	8,000	7,900	-	-	9,875
Abril	7,900	10,000	11,000	6,900	-	-	8,625
Mayo	6,900	10,000	13,200	3,700	-	-	4,625
Junio	3,700	10,000	10,000	3,700	-	-	4,625
Julio	3,700	10,000	8,000	5,700	-	-	7,125
Agosto	5,700	10,000	6,000	9,700	-	-	12,125
Septiembre	9,700	10,000	9,500	10,200	-	-	12,750
Octubre	10,200	10,000	13,000	7,200	-	-	9,000
Noviembre	7,200	10,000	14,000	3,200	-	-	4,000
Diciembre	3,200	10,000	12,100	1,100	-	-	1,375
Total	67,300	120,000	120,000	67,300	-	-	\$ 84,125

Inv final= Inv inicial + producción - demanda

Inv final enero = 1100 + 10000 – 9000 = 2100 unidades

Para los otros meses se aplica la misma fórmula

Costo del mantenimiento del inventario = Inventario final * Costo por unidad* (Porcentaje costo de mantenimiento / 12)

Costo del mantenimiento del inventario (enero) = 2100 * \$ 50 * (0.30/12)
= \$ 2625

Se utiliza el mismo calculo para los demás meses.

Costo total de la producción constante = \sum costo de mantenimiento de inventario

Costo total de la producción constante = \$ 84,125

2do caso: Estrategia de persecución

Meses	Inventario Inicial	Demanda y producción	Cambio en la fuerza de trabajo	Costo del tiempo extra \$3.5 por trabajador	Costo de contratación \$ 600 por trabajador	Despido \$200 por trabajador	Costo del mantenimiento del inventario
Enero	1,100	9,000	- 5			1,000	1,375
Febrero	1,100	6,200	- 14			2,800	1,375
Marzo	1,100	8,000	9		5,400		1,375
Abril	1,100	11,000	15		9,000		1,375
Mayo	1,100	13,200	5 + OT	4,200	3,000		1,375
Junio	1,100	10,000	-10			2,000	1,375
Julio	1,100	8,000	-10			2,000	1,375
Agosto	1,100	6,000	- 10			2,000	1,375
Septiembre	1,100	9,500	18 - UT		10,800		1,375
Octubre	1,100	13,000	12 + OT	3,500	7,200		1,375
Noviembre	1,100	14,000	0 + OT	7,000			1,375
Diciembre	1,100	12,100	0 + OT	350			1,375
Total		120,000		15,050	35,400	9,800	16,500

Cambio en la fuerza de trabajo:

Para el mes de enero = $9000/200 - 50 = 5$

Es decir, se divide la demanda entre 200, ya que 1 trabajador es a 200 unidades, al resultado se le resta 50 porque iniciaron 50 trabajadores en enero.

Para el mes de febrero = $6200 / 200 - 45 = - 14$

En el sustraendo se coloca el resultado de la demanda anterior entre 200, es decir se coloca 45 que sale del mes anterior, es decir 45 trabajadores. El cambio en la fuerza de trabajo de los meses marzo, abril, junio, julio y agosto se calcula de la misma manera.

En los meses de mayo, octubre, noviembre y diciembre la demanda que se usará en la fórmula del cambio en la fuerza de trabajo es de 12,000 unidades, ya que su demanda excede a 12000 unidades y por lo tanto hay tiempo extra, + OT.

De agosto a septiembre la demanda se incrementa en 3500 lo que daría un total de 17.5 trabajadores; esto indica que un trabajador no trabajará tiempo completo, por tal razón hay tiempo ocioso, - UT.

Tiempo extra:

En aquellos meses donde la demanda sobrepasa las 12000 unidades, se requiere tiempo extra, por lo tanto se calcula:

$$\text{Costo Tiempo extra} = (\text{Demanda del mes} - 12000) * \$3.50$$

$$\text{Costo Tiempo extra (mayo)} = (13200 - 12000) * \$3.50 = \$ 4200$$

Así sucesivamente.

Costo de contratación = \$600 por los valores positivos del cambio en la fuerza de trabajo. Ej:

$$\text{Costo de contratación de marzo} = \$600 * 9 = \$5400$$

Costo de despido = \$200 * valores negativos del cambio en la fuerza de trabajo. Ej:

$$\text{Costo de despido de enero} = \$200 * (-5) = \$1000.$$

Costo del mantenimiento del inventario = Inventario inicial * Costo por unidad* (Porcentaje costo de mantenimiento / 12).

Costo del mantenimiento del mes de enero = $1100 * \$50 * (0.30/12)$

Costo del mantenimiento del mes de enero = \$ 1375.

Costo total de la estrategia de persecución = \sum Costo del tiempo extra + \sum costo de contratación + \sum costo de despido + costo del mantenimiento del inventario = $15050 + 35400 + 9800 + 16500$

Costo total de la estrategia de persecución = \$ 76,750.

3.4.- Ejercicios de asignación.

1) Utilice la información del cuadro anterior para calcular el costo de cada plan para cada una de las siguientes situaciones (si hay alguna) da como resultado un plan diferente más económico:

- a) El costo de mantenimiento es 0.40 por dólar de inventario, en lugar de 0.30.
- b) El costo de contratación de un empleado es de \$ 500 en lugar de \$600, y el costo de un despido es de \$ 400 por trabajador en lugar de \$ 200.
- c) El costo de fabricación en tiempos extra es de \$55 en lugar de \$53.50

d) Se dan todas las condiciones anteriores.

2. Utilice los datos aplicables del cuadro anterior, tomando en cuenta que se pierden tres trabajadores cada mes, debido a reducción normal. Tome en cuenta esta información y desarrolle un plan corregido.

BIBLIOGRAFIA

1.- Radford, Russel: **Administración de operaciones y producción.**
McGrawhill. Colombia. 1997.

2.- Schroeder, Roger. **Administración de operaciones.**
McGrawHill. México. 1996.

IV.- PLANIFICACION DE LA PRODUCCION

4.1.- Plan maestro de producción

El plan maestro de producción o programa maestro de producción (MPS), es un plan con tiempos que determina cuando piensa construir la empresa cada artículo final y qué cantidad. Por ejemplo, el plan agregado de una compañía de muebles puede especificar el total de colchones que espera construir en el siguiente mes o trimestre.

El MPS entra en mayor detalle e identifica los tamaños, las calidades y los estilos precisos de los colchones. El MPS especificaría todos los colchones que vende la compañía; además determina cuantas unidades de cada tipo de colchón y cuándo se necesitan, período por período.

El aspecto de la flexibilidad de un programa maestro de producción, depende de varios factores: tiempo de entrega de la producción, asignación de piezas y componentes a un artículo final específico, relación entre el cliente y el proveedor, exceso de capacidad, y aceptación o rechazo de la gerencia para realizar cambios.

El propósito de los marcos de tiempo es mantener un flujo controlado razonable a través del sistema de producción. Si no se establecieran y respetaran algunas reglas operativas, el sistema sería caótico y estaría repleto de pedidos atrasados y trabajo urgente constante.

El programa maestro (MS) es una representación de la demanda que incluye el pronóstico y los pedidos pendientes (órdenes recibidas por parte de los clientes), el programa maestro de producción (plan de suministro), el inventario en mano (POH) y la cantidad disponible para ofrecer (ATP). El programa maestro de producción (MPS), es el resultado primario del proceso de programación maestra. Los productos terminados son los productos o los artículos finales con los cuales se fabrican los ensambles (productos) finales.

El MPS es el plan adecuado para proporcionar las ofertas que van a satisfacer la demanda. A menudo, el plan de capacidad aproximada (RCCP) calcula la capacidad en horas estándar, requeridas para lograr el MPS. Y se basa en el MPS.

El programa maestro (MS) es un eslabón clave en la cadena de planeación de manufactura y control. El MS se interrelaciona con mercadotecnia, planeación de la distribución, planeación de la producción y planeación de la capacidad; también maneja el sistema de planeación de requerimientos de materiales (MRP).

Uno de los principios de la planeación es que un plan debe abarcar un período igual por lo menos, al tiempo que se requiere para llevarlo a cabo. Esto significa que el horizonte de planeación MS debe ser tan largo como el tiempo necesario para fabricar los artículos de MS. Esto incluye el tiempo de producción y adquisición, y el tiempo de ingeniería en un ambiente de diseño especial para el cliente.

Cuanto más cercano se encuentre un período con respecto a presente, más rigurosos serán los controles sobre los cambios de programa. El MS es el vehículo para coordinar el hecho de llevar a cabo las metas de mercadotecnia y fabricación. La programación maestra se realiza en tres etapas: diseño del MS, creación del MS Y control del MS.

La mayor parte de las organizaciones deberían tener un programador maestro. Esta persona es el enlace entre mercadotecnia, distribución, ingeniería, fabricación y planeación. Las actividades del programador maestro incluyen las siguientes:

1. Proporcionar fechas de entrega (promesa) de los pedidos que entran; a medida que se materializan, adecuar los requerimientos actuales con el programa maestro.
2. Evaluar el impacto de un aumento marcado en las entradas tales como una solicitud para la introducción de un nuevo producto en un tiempo menor que el normal para enviarlo.
3. Evaluar el impacto de una disminución marcada en las entradas, como por ejemplo informes que prevean el retraso del taller o del área de compras, indicando que los componentes específicos no estarán disponibles como se había programado o que no se han logrado los niveles planeados de producción.

4. Revisar el programa maestro cuando sea necesario debido a la falta de materiales o de capacidad.
5. Hacer notar a los otros integrantes de la administración, en especial a los de mercadotecnia y de fabricación, los conflictos que se presenten en la demanda y capacidad, pues es necesario que participen para resolver tales problemas.

Ya sea que una empresa cuente con una persona formalmente designada como programador maestro, o que no sea así, es indispensable llevar a cabo esas tareas. Al combinar estas actividades bajo la jurisdicción de una persona se mejora la posibilidad de que sean coordinadas y administradas apropiadamente.

Lo más importante es que se logra un punto de enfoque para la coordinación requerida entre mercadotecnia, fabricación, distribución y planeación, así como un sitio para buscar las respuestas cuando las cosas no suceden como se habían planeado.

Sistemas y análisis de información del MPS

La complejidad de la mayor parte de los ambientes de fabricación, requiere de una planeación computarizada de la producción, así como un sistema de control que tome en cuenta las interrelaciones humanas en los puntos de decisión más apropiados. El requerimiento de una planeación asistida por computadora se debe a una combinación del

número de artículos del MPS, el gran número de subensambles y componentes y la magnitud del registro y procesamiento del inventario, las transacciones, los requerimientos de materiales y los requerimientos de la capacidad. En la actualidad, existen literalmente cientos de sistemas de software comerciales. Algunos están hechos para usarlos en computadoras grandes, otros para utilizarlos con minicomputadoras y un número cada vez más grande para computadoras personales.

Si la producción actual se encuentra por debajo de MPS planeado, sugiere que la capacidad actual es menor que la "capacidad disponible" utilizada en la formulación del MPS. Y si los pedidos actuales que se completan en cada período difieren consistentemente en forma sustancial de los del MPS, se sugiere que el plan prioritario establecido por el MPS no se está siguiendo a través del sistema, o bien que el MPS no está siendo controlado (revisado) cuando se presentan cambios imprevistos en los materiales, en el equipo o en el personal.

4.2.- El sistema MRP

Con base en un programa maestro que se obtiene de un plan de producción, un sistema de planificación de necesidades de materiales (MRP) crea un programa de actividades que identifica las piezas y materiales específicos que se necesitan para producir artículos finales,

las cantidades precisas necesarias y las fechas en que hay que enviar y recibir los pedidos de estos materiales o fabricarlos dentro del ciclo de producción. Los sistemas MRP actuales utilizan un programa de computación que lleva a cabo estas operaciones. Muchas empresas han empleado durante años sistemas de inventario computarizados, pero eran independientes del sistema de programación de actividades; la MRP los une.

El concepto de la planificación de necesidades de materiales no es nuevo. La lógica determina que los romanos probablemente la usaron en sus proyectos de construcción; los venecianos, en la fabricación de navíos; y los chinos, al construir la gran muralla. Las empresas de construcción siempre han estado obligadas a planificar la entrega de los materiales cuando los requieren, no antes, por las limitaciones de espacio.

Los objetivos principales de un sistema MRP básico son: controlar los niveles de inventario, asignar prioridades operativas para los artículos y planificar la capacidad de carga de los sistemas de producción. Estos objetivos pueden ampliarse de la siguiente manera:

Inventario:

Pedir la pieza correcta

Pedir la cantidad correcta.

Pedir en el momento correcto.

Prioridades:

Pedir con la fecha límite correcta.

Respetar las fechas límites.

Capacidad:

Planificar una carga completa.

Planificar una carga precisa.

Planificar tiempo adecuado para contemplar la carga futura.

El tema de MRP es “ conseguir los materiales correctos para el lugar correcto en el tiempo correcto”.

Los objetivos de la administración de inventarios en un sistema MRP son: mejorar el servicio a los clientes, minimizar la inversión en inventario y maximizar la eficiencia operativa de la producción. La filosofía de la planificación de necesidades de materiales es que hay que apresurar el flujo de materiales cuando su carencia retrasaría el programa global de producción, y demorarlo cuando hay atrasos en el programa de trabajo y se pospone su necesidad.

Beneficios de un sistema MRP

Entre las ventajas de un sistema MRP tenemos:

1. Capacidad para establecer precios más competitivos.
2. Reducción en el precio de venta.

3. Reducción en inventarios.
4. Mejor servicio al cliente.
5. Mejor respuesta a las demandas del mercado.
6. Capacidad para cambiar el programa maestro de producción.
7. Reducción en los tiempos de preparación y desmontaje.
8. Reducción en el tiempo de inactividad
9. Emiten avisos, de manera que los gerentes pueden ver el programa de actividades planificando antes de que se emitan los pedidos.
10. Atrasan o cancelan pedidos.
11. Cambian cantidades de pedido.
12. Adelantan o atrasan las fechas de entrega de pedidos.
13. Ayudan a planificar la capacidad.

La parte de planificación de necesidades de materiales de las actividades de manufactura, interactúa de manera más estrecha con el programa maestro, con el archivo de salidas de materiales, con el archivo de registros de inventario y con los informes de salida.

Se utilizan los pedidos de productos para crear un programa maestro de producción, que establece el número de artículos que hay que producir en períodos específicos. Un archivo de listas de materiales identifica los materiales específicos que se usan para fabricar cada artículo y las cantidades correctas de cada uno. El archivo de registros de inventario contiene datos como el número de unidades disponibles y en pedido.

Estas tres fuentes (programa maestro de producción, archivo de listas de materiales y archivos de registros de inventario) se convierten en las fuentes de datos para el programa de necesidades de materiales, el cual amplía el programa de producción para obtener un programa detallado de pedidos para toda la secuencia de la producción.

La demanda de productos finales generalmente proviene de dos fuentes principales. La primera está formada por los clientes conocidos que han efectuado pedidos específicos, como los que genera el personal de ventas, o de transacciones entre departamentos. La segunda está formada por la demanda pronosticada, la cual se combina con la demanda de los clientes conocidos para obtener la entrada del programa maestro de producción. Además de esas dos demandas, existe la demanda de repuestos y suministros.

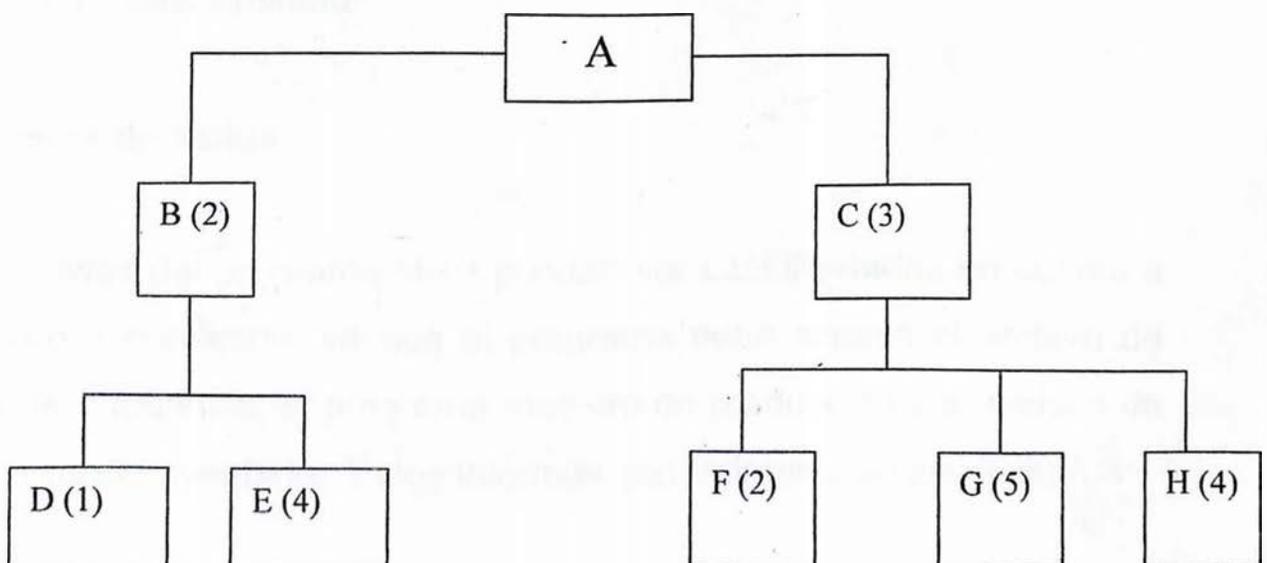
Archivo de listas de materiales

El archivo de listas de materiales (BOM) contiene la descripción completa de productos e indica no sólo los materiales, las piezas y los componentes, sino además la secuencia de creación del producto. El archivo BOM es una de las tres entradas principales del programa MRP (las otras dos son el programa maestro y el archivo de registros de inventario). Al archivo BOM, también se le llama lista de estructura de materiales.

La BOM puede adoptar formas diversas y se puede utilizar de diferentes maneras. Se crea como una parte del proceso de diseño y se utiliza por los ingenieros de fabricación para determinar que artículos se deben comprar y que otros se deben fabricar.

En el control de producción y la planeación de inventario se utiliza la BOM conjuntamente con el programa maestro de producción para determinar los artículos, para los cuales debe emitir requisiciones de compra u órdenes de fabricación. Por su parte el departamento de contabilidad utiliza la BOM para calcular el costo del producto. Como la BOM es un insumo básico requerido para muchas de las actividades de la planeación de producción y control, su exactitud es crucial.

Con frecuencia al archivo BOM se le conoce como árbol de producto, ya que indica cómo se arma un producto. Contiene la información necesaria para identificar cada artículo y la cantidad utilizada para cada unidad del artículo del que forma parte.



En la gráfica anterior se observa que el producto A está compuesto por dos unidades de la pieza B y tres unidades de la pieza C. La pieza B se compone de una unidad de la pieza D y cuatro unidades de la pieza E. La pieza C se forma con dos unidades de la pieza F, cinco unidades de la pieza G y cuatro unidades de la pieza H.

La forma en la cual se organizan y presentan los expedientes de la BOM se denomina estructura de la cuenta de los materiales. El formato más sencillo es una BOM básica, consiste en una lista de todos los componentes necesarios para fabricar el artículo terminado, incluyendo para cada componente: (1) un número único de parte, (2) una breve descripción verbal, (3) la cantidad necesaria para cada artículo individual necesario y (4) la unidad de medida de la parte.

El **archivo de registros de inventario** de un sistema computarizado puede ser muy extenso. Cada artículo del inventario se conserva como un archivo separado y la gama de detalles relacionados con un artículo es casi ilimitada.

Informes de salida

Las salidas del programa MRP pueden ser casi ilimitadas en cuanto a formato y contenido, ya que el programa tiene acceso al archivo de lista de materiales, al programa maestro de producción y al archivo de registros de inventario. Estos informes generalmente se clasifican

como informes primarios y secundarios. Los informes primarios son los informes normales o principales que se usan para el control de la producción y de los inventarios. Estos informes consisten en:

1. Pedidos planificados que deben liberarse en el futuro.
2. Avisos de liberación de pedidos para ejecutar los pedidos planificados.
3. Cambios en las fechas de entrega de los pedidos vigentes sujetos a reprogramación.
4. Cancelaciones o suspensiones de pedidos vigentes por causa de la cancelación o suspensión de pedidos en el programa maestro de producción.
5. Datos del estado del inventario.

Los informes secundarios, son los informes adicionales, optativos en los sistemas MRP, corresponden a las siguientes categorías principales:

1. Informes de planificación, que se usan, por ejemplo, para pronosticar el inventario y especificar necesidades en un horizonte de tiempo a futuro.
2. Informes de rendimiento, que indican los artículos inactivos y determinan la relación entre los tiempos de entrega reales y los programados, y entre las cantidades utilizadas y los costos reales y los programados.

3. Informes por excepción, que presentan discrepancias severas, como errores, situaciones fuera de límites, pedidos tardíos o atrasados, desperdicios excesivos o piezas inexistentes.

La estrategia competitiva de cualquier organización puede ser alguna de las siguientes:

- a) Fabricación de artículos terminados contra inventario: consiste en fabricar contra inventario, enfatiza el envío inmediato de productos terminados que se toman de la bodega a precios razonables.
- b) Ensamble de productos finales contra orden y fabricación de componente, subensambles y opciones contra inventario: En este ambiente, las distintas opciones, subensambles y componentes son producidos o comprados para inventario.
- c) Diseño especial para cliente y fabricación contra pedido: El producto final es una combinación de artículos estándar y artículos diseñados para el cliente, y así satisfacer las necesidades especiales del comprador.

4.3.- Estudios de casos

1. Calcular el inventario POH y el MPS para cada producto, tomando en cuenta que la capacidad promedio ponderada es de 180 unidades por semana.

a)		Semanas			
		32	33	34	35
<u>Producto 1</u>					
	Pronóstico	150	100	50	50
	MPS				
	POH	10	-140	-240	-290
<u>Producto 2</u>					
	Pronóstico	20	40	60	90
	MPS				
	POH	70	50	10	-50
<u>Producto 3</u>					
	Pronóstico	30	30	35	45
	MPS				
	POH	100	70	40	5

POH = inventario proyectado a mano

POH = Inventario de la semana anterior – pronóstico de la semana Actual

En el producto 1: POH de la semana 32 = 10 – 150 = -140

POH de la semana 33 = -140 – 100 = -240

requerimientos pronosticados; tomando en cuenta en este caso que la capacidad promedio ponderada es de 180 unidades por semana.

El POH en el cuadro se calculó de la siguiente manera:

$POH = \text{inventario anterior} + \text{MPS actual} - \text{pronóstico actual}$

Para el producto 1:

$POH \text{ de la semana } 32 = 10 + 180 - 150 = 40 \text{ unidades}$

$POH \text{ de la semana } 33 = 40 + 180 - 100 = 120 \text{ unidades}$

Así se calcula el POH de cada semana para cada producto del cuadro b.

La comprobación del MPS se hace con la siguiente fórmula:

$MPS = \text{Pronóstico actual} + \text{inventario actual} - \text{inventario anterior}$

Para el producto 2:

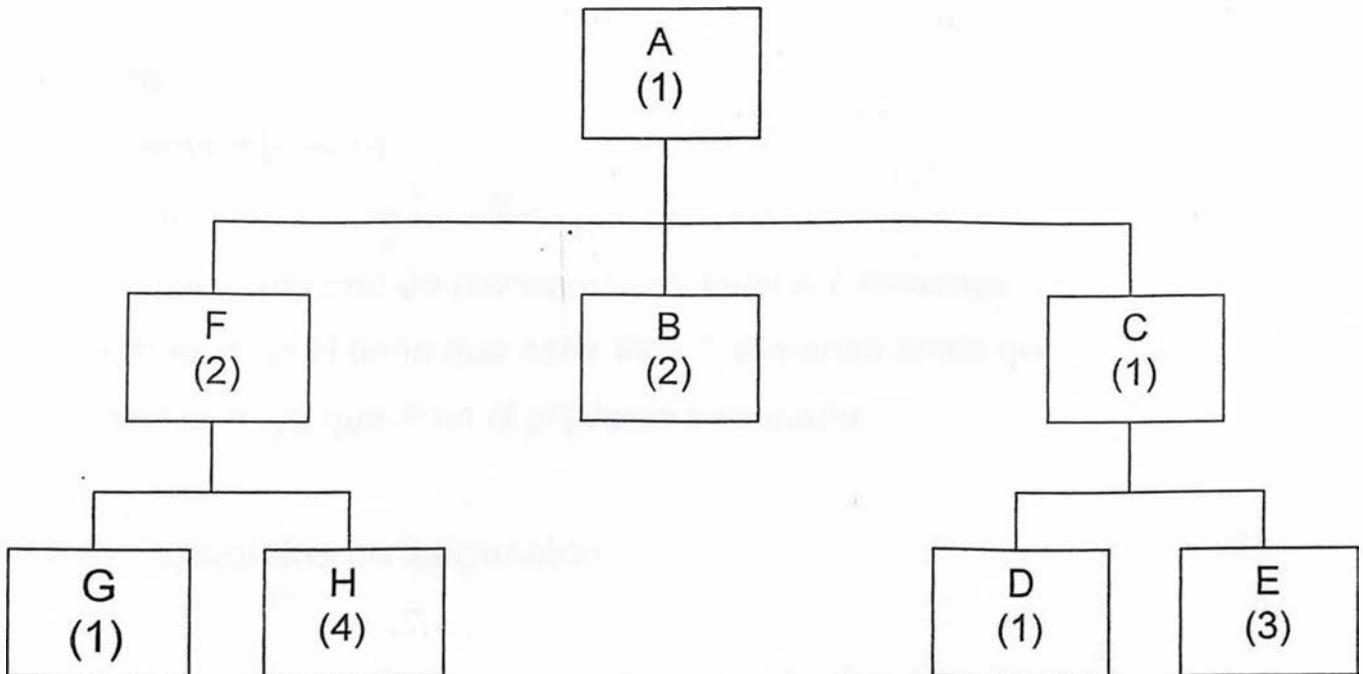
$MPS \text{ de la semana } 35 = 5 + 180 - 75 = 110$

En las demás semanas el MPS se comprueba de la misma forma.

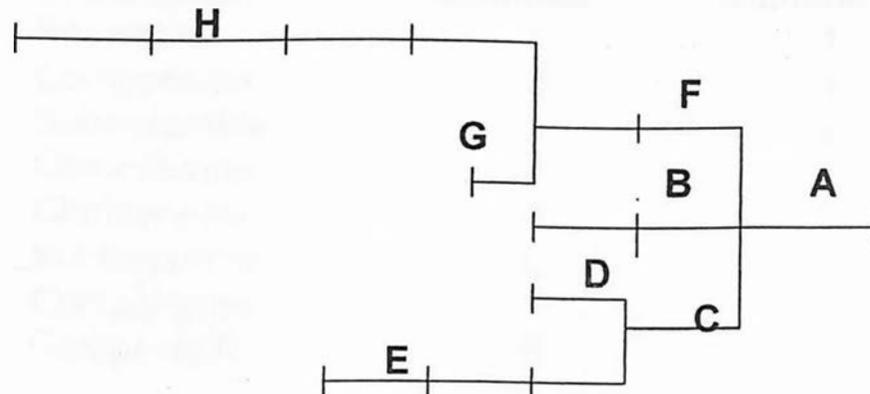
Nota: En este caso, para el cálculo del MPS hay que tener en cuenta las 180 unidades de capacidad promedio ponderada.

2) Construya una estructura de árbol de la cuenta del material (BOM) a partir de la siguiente BOM indentada.

Artículo	Descripción	Cantidad	Tiempo de obtención ' Semanas
A	Ensamble	1	1
B	Componente	2	3
C	Subensamble	1	2
D	Componente	1	2
E	Componente	3	4
F	Subensamble	2	3
G	Componente	1	3
H	Componente	4	6



3. Utilice la información del ejercicio 2 para calcular el horizonte mínimo de planeación para el MPS.



Escala:

1 semana =

1 unidad =

El horizonte mínimo de planeación es igual a 7 semanas, es decir que la componente H tiene que estar lista 7 semanas antes que el ensamble A, ya que A es el producto terminado.

4.4.- Ejercicios de asignación:

4. Utilizando los pronósticos del ejercicio 1, calcular el inventario POH y el MPS para cada producto, tomando en cuenta que la capacidad promedio ponderada es de 200 unidades por semana.

5. Construya una estructura de árbol de la cuenta del material (BOM) a partir de la siguiente BOM indentada.

Artículo	Descripción	Cantidad	Tiempo de obtención [*]
			Semanas
A	Ensamble	1	1
B	Componente	3	4
C	Subensamble	1	2
D	Componente	2	3
E	Componente	4	5
F	Subensamble	2	3
G	Componente	1	3
H	Componente	5	7

6. Utilice la información del ejercicio 5 para calcular el horizonte mínimo de planeación para el MPS.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Schroeder, Roger. **Administración de operaciones.**
McGrawHill. México. 1996.
- 2.- Aquilano, Nicolas. **Dirección y Administración de la producción y de las operaciones.** Adison – Wesley Iberoamericana. Sexta edición. España. 1994.

V.- CONTROL DE INVENTARIOS

5.1.- Conceptos, costos e imponderables de inventario

Inventario es aquel que se refiere a las existencias de un artículo o recurso que se usa en la organización. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que supervisa los niveles de inventario y determina cuáles son los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el inventario y de qué tamaño deben ser los pedidos.

El inventario incluye insumos de tipo humano, financiero, energéticos, de equipos y materias primas; salidas como piezas, componentes y bienes terminados; y las etapas intermedias del proceso, como bienes terminados parciales o trabajo en proceso.

Propósitos de los inventarios:

1. Mantener la independencia de las operaciones.
2. Satisfacer las variaciones en la demanda de productos.
3. Permitir flexibilidad en los programas de producción.
4. Proporcionar un margen de seguridad para variaciones en la entrega de materias primas.
5. Aprovechar el tamaño económico de pedido.

pueden sincronizarse; esto permite que cada proceso funcione como se planea.

Inventario de previsión o estacional: Se acumula cuando una empresa produce más de los requerimientos inmediatos durante los períodos de demanda baja para satisfacer los de demanda alta.

Inventario de manufactura: Se refiere a los entes materiales que forman parte de los productos de una empresa. El inventario de manufactura se clasifica en los siguientes segmentos: materias primas, productos terminados, piezas componentes, suministros y trabajo en proceso.

Costos de inventario

Costos relevantes: Son los costos en que se incurre a causa de una decisión. Como por ejemplo, los costos de hacer el pedido.

Costos de oportunidad: Representan utilidades sin condiciones, debido a que se descuidó una posible opción debido al uso de recursos limitados para otra. Quien toma las decisiones debe ser capaz de reconocer los costos de oportunidad.

Costos ocultos: Son los gastos en los que ya se ha incurrido y que no serán afectados por alguna decisión. Por ejemplo, el costo de capacitación para el nuevo personal.

Tipos de inventario

Inventario de anticipación: Es aquel que permite a una organización hacer frente, por adelantado, a una emergencia en la demanda o a una oferta insuficiente.

Inventario de ciclo: Resulta cuando la cantidad de unidades producidas es mayor que las necesidades inmediatas de la empresa.

Inventario de seguridad: Es aquel que permite a la organización dar servicio a sus clientes, cuando la demanda de ese servicio es superior al promedio o cuando el envío de inventarios de reabastecimiento precisa más tiempo de lo usual.

Inventario en tránsito: Está constituido por materiales que avanzan en la cadena de valor; estos materiales son artículos que se han pedido pero no se han recibido todavía.

Inventario de partes de servicio: Se caracteriza en que los artículos que se mantienen en inventario como partes de refracción para el equipo de operación u otras necesidades, se consideran partes de servicio.

Inventario de desacoplamiento: Es el que se requiere entre dos procesos u operaciones adyacentes, cuyas tasas de producción no

Costo incrementado: Es el cambio que resulta en los costos totales desde un cambio cuantioso en la producción.

Costos marginales: Son aquellos en los que se incurre para producir una unidad adicional.

Costos directos: Son aquellos en que se incurre a causa de una orden, tarea o lote de partes que se han producido. Los costos de materiales y de mano de obra directa se incluyen en esta categoría.

Costos indirectos: Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un artículo específico.

Costos generales: Son aquellos costos por calefacción, iluminación, construcciones, equipo, alta gerencia, ventas y servicios generales, tales como de seguridad de la planta y el departamento de personal.

Costos fijos: No varían con el nivel de producción.

Costos variables: Varían con el nivel de producción.

Costos reales: Son los gastos registrados como resultado de una decisión. Tales costos sólo están disponibles después de haber fabricado los productos y después de haber completado un proyecto.

Costos estándar: Es un criterio o norma preestablecida, basada en procedimientos eficientes de operación, de cuál debe ser el costo de producir o comprar un artículo.

Costos intangibles: Son aquellos que no pueden cuantificarse. Como por ejemplo, el costo de un cliente insatisfecho.

Costos de preparación: Incluyen los costos de todas las actividades que requieren la emisión de una orden de producción o de una orden de compra. Ej, el costo de formular el pedido.

Costos de instalación: Pertenecen a los costos de preparación. Comprenden actividades como la obtención de herramientas, montaje de maquinaria fija, recepción de instrucciones referentes al trabajo, ajustes de la maquinaria, verificación de los primeros artículos producidos, retiro de las instalaciones y con frecuencia la limpieza del equipo cuando el trabajo ha concluido.

Costos de mantenimiento: Son aquellos costos en los que se incurre por el solo hecho de que un artículo está en inventario. Se incluyen los costos de capital invertido, los costos de deterioro, obsolescencia, robos, seguros e impuestos; y los costos de almacenamiento por manejo, seguridad, espacio y requerimientos para mantener los registros.

Costos de almacenamiento: Se trata de una categoría amplia que incluye los costos por instalaciones de almacenamiento, el manejo, seguros, roturas, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital.

Costos del artículo: Se refieren al precio de compra de algún elemento que la empresa adquiera o el costo de un artículo que ésta produzca.

Costos de desabasto: Son aquellos que se presentan cuando existe un inventario insuficiente para satisfacer un pedido de reabastecimiento.

Costos relacionados con la capacidad: Son aquellos que ocurren cuando hay un incremento o decremento de la capacidad.

Costos de pedidos: Se refieren a los costos de dirección y administrativos para preparar el pedido o la orden de producción.

Costos de organización del proceso: Son los costos derivados de cambiar el proceso de producción de un producto a otro.

5.2.- Control de inventarios bajo certeza

Durante un período determinado, se pondrá un valor único para la demanda real de una materia prima, una pieza o un producto. Por

ejemplo, al final de un mes específico, la firma puede encontrar que, en ese mes, la demanda para uno de sus productos fue igual a 7400 unidades. Sin embargo, para los fines de la planeación de producción, es necesario que la firma prediga la demanda para ese mes con alguna anticipación. Si prevalece la situación de certeza, la firma sabrá que el valor de esta futura demanda es de 7400 unidades.

Se han desarrollado métodos de análisis cuantitativo para usarlos en el campo del control de inventarios, como por ejemplo, el método del costo anual uniforme y el método para determinar los tamaños de lote, en el cual es más económico producir o comprar artículos cuando se conocen con certeza las demandas para estos artículos.

Sistema del Maximo-Mínimo

El enfoque del tamaño económico de lote para el mantenimiento de niveles de inventario satisfactorios está mejor representado por el sistema de máximos y mínimos del control de inventarios. La mecánica de este sistema es como sigue: la compañía especificará para un material, pieza o producto determinado, tres cosas: 1) El inventario mínimo que desea tener disponible. 2) el punto de nuevos pedidos, es decir, el punto en el cual se deben pedir unidades adicionales, y (3) la cantidad de nuevos pedidos o tamaño del lote.

Para ilustrar como trabaja este sistema, supongamos primero que la compañía decide que desea tener disponibles en cualquier momento

un mínimo de 100 unidades de un artículo. Segundo, que cada vez que pide el artículo con fines de reposición de existencias, pedirá 500 unidades.

La pregunta que surge es ¿ En qué momento deberá hacer la compañía su pedido para estas 500 unidades? Para responder, debemos conocer dos cosas. Una de ellas es el tiempo de recibo u obtención, o sea el período de tiempo necesario para obtener un pedido después que se ha hecho. La otra es la tasa a la cual se está consumiendo el artículo. Supongamos que, en nuestro ejemplo, se necesita un mes para la obtención de las 500 unidades y que el artículo se consume a una tasa de 200 unidades por mes. Por lo tanto, después de que se ha hecho el pedido, pasará un mes antes de su entrega.

Sin embargo, la tasa de consumo es de 200 unidades por mes. En consecuencia, se consumirán 200 unidades durante el período de obtención. Puesto que la compañía no desea que el inventario disminuya menos de 100 unidades, se debe hacer el pedido cuando el nivel de inventario llegue a 300 unidades. Esto es igual al nivel de inventario mínimo de 100 unidades más las 200 unidades que se van a consumir mientras se está diligenciando el pedido. En forma de ecuación podemos decir que:

Punto de nuevo pedido = inventario mínimo + (tiempo de obtención x tasa de consumo)

Al usar esta ecuación, se debe tener cuidado de expresar la tasa de consumo y el tiempo de obtención en las unidades correctas. Si la tasa de consumo se da como tasa por día, el tiempo de obtención se debe expresar en días. Si la tasa de consumo se da como tasa por semana, el tiempo de obtención se deberá expresar en semanas.

En el ejemplo se determinó una tasa de consumo de 200 unidades por mes y un tiempo de obtención de mes. Sustituyendo estos valores y el inventario mínimo de 100 unidades en nuestra ecuación, obtenemos:

Punto de nuevo pedido = 100 unidades + (1 mes) (200 unidades/mes)

Punto de nuevo pedido = 300 unidades

Para continuar con el ejemplo, se puede decir que el inventario mínimo será de 100 unidades, el punto de nuevo pedido será de 300 unidades y la cantidad del nuevo pedido será de 500 unidades. Puesto que se espera que estas 500 unidades sean entregadas cuando el inventario llegue a 100 unidades, el inventario máximo en existencia en cualquier momento será la suma de estas dos cifras o sea 600 unidades.

Suposiciones básicas: Las suposiciones que sustenta el sistema descrito son: primero, se supone que la tasa de consumo del artículo implicado es constante. Segundo, se supone que el lote total se entregará de una vez. Tercero, puesto que el punto de nuevo pedido es una función del tiempo de obtención y de la tasa de consumo, se supone que éstos se pueden estimar con suficiente exactitud y que tanto el tiempo de obtención como la tasa de consumo serán constantes. Si cualquiera de estas suposiciones es incorrecta, no se puede usar el sistema.

Si tenemos el inventario mínimo y el inventario máximo, el inventario promedio será simplemente el promedio de ambos inventarios.

La razón para el mantenimiento de inventarios mínimos se sugiere por el nombre que muchas firmas asignan a dichos inventarios. Se denominan " existencias de seguridad ". La función del inventario mínimo es prevenir aumentos inesperados en la demanda.

5.3.- Control de inventarios bajo incertidumbre

La situación más general es aquella en la cual no existe la situación de certeza. Las personas que hacen el pronóstico podrían concluir que la demanda para el artículo asumirá uno de varios valores diferentes. Si al final de un mes específico la demanda de uno de los productos fue igual a 7400 unidades; se puede estimar que la demanda futura será de 7200, 7400 ó 7600 unidades. Si pueden proceder a estimar las

probabilidades que existen de que se presente cada uno de estos valores posibles de demanda, se dice que existe la situación de riesgo.

Supóngase que el distribuidor de un artículo desea determinar cuántas unidades se deben comprar para satisfacer la demanda del artículo durante un mes específico. Sobre la base de la experiencia pasada y el criterio, aquél concluye que para el período implicado las posibles demandas y sus correspondientes probabilidades de presentarse son las siguientes:

Demanda	Probabilidades
Unidades	de presentarse
500	0.20
600	0.30
700	0.50
Total	1.00

El distribuidor compra el artículo a un costo de \$ 10 por unidad. Lo vende a un precio de \$ 15 por unidad, pero para cada unidad vendida se incurre en un gasto de venta de un \$ 1. Sin embargo, el artículo está sujeto a deterioro y a caer en desuso con el resultado de que todas las unidades que permanecen almacenadas al final del mes tienen un valor de salvamento solamente de \$ 4 por unidad.

Finalmente, el tiempo de obtención para el artículo es de seis semanas. Esto significa que no habrá oportunidad de reponer las existencias durante el mes en consideración si se ve que la demanda va a ser superior a la oferta. En consecuencia, el distribuidor debe decidir si se debe hacer un pedido de 500, 600 o 700 unidades.

Al determinar las existencias de seguridad que se deben mantener, la compañía reconoce el hecho de que a medida que se aumentan las existencias de seguridad, ciertos costos disminuyen pero otros aumentan. Los costos decrecientes son aquellos asociados con pedidos perdidos de clientes o programas de producción interrumpidos, es decir, los costos de falta de existencias.

Los costos crecientes son los de mantenimiento de las existencias de seguridad. Pero para un nivel de existencias de seguridad, el total de estos costos decrecientes estará en un mínimo. Por lo tanto, la firma debe suponer valores posibles diferentes para el nivel de existencias de seguridad, determinar los costos asociados con cada uno y seleccionar el nivel que dé como resultado el costo mínimo total.

Existe la probabilidad de que el tiempo de obtención varíe y, por lo tanto, se deben mantener existencias de seguridad para prever aumentos inesperados en este tiempo. También es posible que se

presenten combinaciones de variaciones en la tasa de consumo y el tiempo de obtención, que darán como resultado faltantes potenciales.

El uso de equipo automático de procesamiento de datos, permite a muchas organizaciones controlar los inventarios con mayor facilidad de o que sería posible de otra manera.. En este cambio de actividades, hay necesidad de mantener registros completos y preparar informes.

Se puede emplear el equipo de procesamiento de datos para mantener registros tales como cantidades recibidas, consumidas y en existencia; para preparar informes en los que están numerados los artículos que han alcanzado el punto de nuevo pedido y se indican las cantidades correspondientes de nuevo pedido; y para analizar registros anteriores con el fin de obtener un punto de partida para calcular demandas futuras, tiempos de entrega y las frecuencias relativas con que se presentan.

El equipo se puede usar también para llevar a cabo cálculos implicados en la determinación de tamaños económicos de lote, la evaluación de descuentos por cantidad disponibles, la comparación de combinaciones alternativas de programas de fabricación y niveles de inventario, la selección de sistemas de seguridad y la escogencia de cantidades de pedido bajo situaciones de riesgo e incertidumbre.

5.4.- Cálculo del lote económico

La regla de decisión sobre tamaño de lote de cantidad de orden fijo especifica el número de unidades que serán ordenadas en cada ocasión que se coloque una orden para un artículo en particular. Esta cantidad puede ser arbitraria, como por ejemplo un abastecimiento cada dos semanas o de 100 unidades, pero es casi siempre la cantidad de orden económico (EOQ). La cantidad de orden económico (EOQ) es la más económica bajo un conjunto dado de condiciones.

Las consideraciones de la cantidad básica de orden económico son:

1. El tiempo de obtención es constante y conocido, y la demanda se presenta a una velocidad relativamente constante y conocida; no hay desabastos.
2. Los costos de preparación y los costos totales y de mantenimiento son constantes y conocidos.
3. El reabastecimiento es instantáneo; los artículos llegan a una velocidad infinita y a un tiempo dado.

Son raras las situaciones en las cuales todos los factores relevantes (demanda, tiempo de envío y costos) se conocen con toda certeza. Pero si se supone que hay condiciones deterministas cuando se

analizan algunos factores de inventario (demanda, tiempo de obtención y costos).

El costo total es igual a los costos de preparación más los costos de mantenimiento. El costo de preparación es igual a los costos de preparación multiplicados por el número de preparaciones en el período. El costo de mantenimiento es igual a la cantidad promedio en inventario multiplicada por el costo unitario, multiplicado por el porcentaje de mantenimiento de una unidad por el período. Por consiguiente:

$$TC = SR/Q + QC/2 \text{ ó } TC = SR/Q + QKC/2$$

Donde TC = costos totales por período, generalmente un año

S= costo por preparación en dólares

R= requerimientos por períodos en unidades

Q= tamaño de lote, en unidades

K= costo de mantenimiento de una unidad en inventario por el período

C= costo unitario

K= porcentaje de costo por mantener una unidad en inventario por el período

K= KC

Si la demanda no es estable la cantidad de lote económico es igual a:

$$Q^* = (2RS/KC)^{1/2}$$

Si la demanda es estable e independiente la cantidad de lote económico es:

$$Q^* = (2RS / KC (1-D/P))^{1/2}$$

Ejemplo: La near East Electronic Sales Company vende 16000 medidores del modelo 19 A cada año. No hay estacionalidad o tendencia en el patrón de demanda. Pagan \$2 por el medidor y lo venden por \$3, \$3.50, o \$4, dependiendo de la cantidad que el cliente compra. La compañía utiliza un costo de mantenimiento a un porcentaje de 0.30 y estima que los costos de preparación son \$40. Cuál es el tamaño de lote de compra económico?

D=R= 16000 al año

K= 0.30\$ al año

S= \$40 \$/pedido

C= \$2 \$/unidad

$$Q^* = (2SR/KC)^{1/2}$$

$$Q^* = (2(40)(16000) / (0.30)(2))^{1/2}$$

$$Q^* = (1280000/0.6)^{1/2}$$

Q* = \$ 1460.59 es el tamaño de lote económico

Ejemplo:

R= 60000 unidades al año

S=\$45 por pedido

K= \$0.30 por \$año

C= \$2 cada uno

P= 960 unidades por jornada (turno) de ocho horas

D= 60000 unidades por año

Si la planta trabaja una jornada (turno) por día, cinco días a la semana, y 50 semanas al año, el porcentaje de producción anual se calcula como:

$P = 960 \times 5 \times 50 = 240000$ unidades/año

$$Q^* = (2RS / KC(1-D/P))^{1/2}$$

$$Q^* = ((2 \times 60000 \times 450) / (2 \times 0.3 (1 - (60000/240000)))^{1/2}$$

$$Q^* = (12000000)^{1/2}$$

$Q^* = 3464.1$ es el tamaño económico de lote.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Mayer, Raymond. **Gerencia de Producción y Operaciones.**
Mcgraw-Hill. México. 1982.
- 2.- Schroeder, Roger. **Administración de operaciones.** McGrawHill.
México. 1996.

VI.- PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION

6.1.- Concepto de programación

El propósito de la programación es optimizar el uso de los recursos, de manera que se alcancen los objetivos globales de la producción. En general, la programación involucra la asignación de fechas a trabajos o pasos específicos de una operación. En la práctica, la programación da como resultado un plan proyectado sobre el tiempo (o programa) de actividades. El programa indica lo que debe hacerse, cuándo debe hacerse, quien lo debe hacer y con qué equipo.

Fallas en las máquinas, ausentismo, problemas de calidad, carencia de materiales y otros factores complican el ambiente de manufactura. En consecuencia, la asignación de una fecha no asegura que el trabajo estará terminado de acuerdo con su programación. El desarrollo de una programación confiable para la terminación de los trabajos a tiempo, requiere de un método o disciplina para determinar la secuencia en que se realizará el trabajo programado.

Un buen enfoque de programación debe ser simple, sin ambigüedades, fácilmente comprensible y ejecutable por la administración y por aquellos que deben utilizarla. Las reglas deben establecer metas difíciles pero realistas, que sean suficientemente flexibles como para resolver conflictos inesperados y permitir la

replaneación, ya que las prioridades pueden cambiar de manera continua. Cuando la gente confía y utiliza estas reglas, la programación se convierte en un medio formal y confiable de comunicación.

6.2.- Algoritmos de programación

Un algoritmo es un conjunto de pasos ordenados o procedimientos para resolver un problema. La mayor parte de los servicios disponibles que programan algoritmos pueden clasificarse en: 1) días ausentes, 2) turnos y 3) rotación.

Los algoritmos de días ausentes especifican cuáles son los empleados que laboran y que días no trabajan durante un período determinado. Los algoritmos de programación de turnos determinan una serie de programas de trabajo para empleados en un horizonte de planeación diaria. Los algoritmos de programación de rotación tratan el problema combinado de días ausentes y programación de turnos durante un período de planeación.

Los algoritmos para resolver estos problemas van desde algunos sencillos, que se pueden resolver en el reverso de un sobre, hasta otros en que se utilizan complejos programas de computación para generar programas detallados.

Tibrewala, Philipe y Browne desarrollaron un algoritmo en el que cada empleado recibe dos días de descanso cada semana. Es claro de que no todos pueden disfrutar de todos los fines de semana, aunque todos los empleados lo quisieran.

Burns y Carter proporcionan un límite inferior exacto sobre el número de trabajadores necesarios para satisfacer la demanda cotidiana que asegura que cada empleado reciba por lo menos un número A de B fines de semana. Durante las restantes semanas $(B - A)$, reciben dos días de permiso en los días hábiles, aunque no necesariamente dos días consecutivos.

Burn y Koop proponen un enfoque modular para calendarizar los problemas de programación de turnos y rotación múltiple. Estos algoritmos suponen que se encuentra una exigencia fija semana tras semana.

Por ejemplo, tenemos el algoritmo de Burns y Carter, el cual consta de cuatro pasos:

- 1) Determina el número máximo de trabajadores requeridos para satisfacer una determinada demanda semanal.
- 2) Asigna los fines de semana para aquellos trabajadores que no están programados para trabajar los fines de semanas.

- 3) Identifica pares de días en los que se les puede conceder permisos de faltar.
- 4) Asegura que cada trabajador reciba permiso de dos días durante cualquier período semanal determinado.

6.3.- Programación de la operación de máquinas

El problema de programación específico se describe con cuatro tipos de información:

1. Los trabajos y operaciones a procesar
2. El número y tipo de máquina que comprende el taller.
3. Disciplinas que restringen la manera en la cual se hacen las asignaciones.
4. El criterio por el cual un programa puede ser evaluado.

La naturaleza de las llegadas de trabajo suministran la diferencia entre problemas estáticos y dinámicos. En un problema estático, un cierto número de trabajos llegan simultáneamente en el taller y están libres e inmediatamente disponibles para trabajar. No arribarán más trabajos, por lo que la atención se puede enfocar en la programación de este conjunto de trabajos conocidos.

En el problema dinámico, el taller es un proceso continuo. Los trabajos son intermitentes, a tiempos sólo predecibles en sentido

estadístico, y las llegadas continuarán indefinidamente en el futuro. El orden con el cual las cantidades de máquinas aparecen en las operaciones de trabajo individuales determinan cuando es un (Flow-Shop). El taller de flujo continuo es aquel en el cual todos los trabajos siguen esencialmente la misma trayectoria de una máquina a otra.

El extremo opuesto es un taller de trabajo con ruta aleatoria (randomly routed job-shop) en el cual no hay trayectorias comunes de movimiento de máquina a máquina. Cada máquina específica puede aparecer en cada operación de cada trabajo. Ambos extremos son raros en la práctica, la mayoría de los talleres reales caen entre estos dos límites, pero casi toda la investigación en programación se reduce a cualquiera de estos dos casos extremos.

Secuenciado finito para una sola máquina

Se maneja el caso especial del problema de programación en el cual cada trabajo consiste en una sola operación. El conjunto de trabajo puede ser particionado dependiendo de la máquina requerida para actuar en la operación, cada máquina en el taller es independiente de las otras y puede ser programada separadamente. Podemos limitar nuestra atención a una sola máquina y un conjunto de trabajos que se van a procesar en esa máquina.

Asumiremos que el número de trabajos M es finito, que N es conocido previamente a la programación, y que todos los N trabajos deben ser procesados. Asumiremos que la máquina no tiene otras obligaciones y que estará continuamente disponible, sin interrupciones hasta que todos los trabajos terminen. Consideremos que todos los N trabajos están disponibles para procesarse simultáneamente, de tal manera que la programación pueda iniciarse con cualquiera de ellos, y que no hay un tiempo de puesta a punto requerido para los trabajos, o el tiempo de puesta a punto no depende de la naturaleza del trabajo precedente en la máquina.

En el último paso, el tiempo de puesta a punto para un trabajo particular, depende únicamente de las características de ese trabajo y debe, para los propósitos presentes, incluirse en el tiempo de procesado para el trabajo. La notación que se usará será la siguiente:

$m = 1$. Una máquina única.

$g_i = 1$. Se asume que cada trabajo tiene una operación.

$r_i = 0$. Se asume que todos los trabajos están disponibles simultáneamente. Se puede sin perder la generalidad, traducir la escala de tiempo, de tal manera que el origen es el momento de disponibilidad.

$p_{i,1} = p_i$. Los tiempos de procesados son arbitrarios, determinados por algún proceso independiente de programación, y se asumen conocidos en el tiempo de programación. Desde que cada trabajo tiene un procesado simple, la segunda suscripción (operación) será omitida.

$a_i - d_i$. La tolerancia para espera y procesado.

$W_{i,1} = w$. El tiempo al cual el trabajo se termina. Es igual al tiempo de flujo, la escala de tiempo comienza conforme el trabajo empieza a ser disponible.

Dos tácticas para programar, que tienen alguna utilidad en situaciones más complejas son: la preemisión (derecho de prioridad) en la cual el procesado es interrumpido y el trabajo removido de una máquina antes de que se termine la operación, teniendo que producirse un tiempo libre de inserción, en el cual la máquina se mantiene libre hasta que haya trabajo y se espera a que salga.

Programación de un taller de flujo continuo (flow-shop)

En algunos casos hay dos o más máquinas, y por lo menos algunos de los trabajos tienen una secuencia de las operaciones a realizarse antes de que se terminen y dejen el taller. En estos casos la colección de máquinas constituye un taller de flujo continuo, si las máquinas están numeradas de tal manera, para cada trabajo a considerar, que la

operación k se realiza en una máquina numerada más alta que la operación j . Si $j > k$.

Un ejemplo obvio de este taller es una línea de ensamblaje, donde los trabajadores o las estaciones de trabajo representan máquinas. No se requiere que cada trabajo tenga una operación en cada máquina en el taller, ni todo el trabajo entre en el taller en una sola máquina, o lo deje. El único requerimiento es que todo el movimiento en las máquinas del taller sea en dirección uniforme.

Como se puede esperar, esos talleres tienen características especiales que afectan significativamente las decisiones de programación.

El taller de trabajo es una situación intermedia, en la cual para ciertos casos especiales la permutación de programas es suficiente, y en general, hay preservación del orden de los trabajos en las máquinas iniciales y finales.

La dificultad del problema del taller de trabajo general, es la consecuencia del hecho de que hay que considerar mayor clase de programas. El resultado es que para cualquier medida del comportamiento, y en particular en un flujo de tiempo promedio, el taller de flujo de dos máquinas es el único caso en que es suficiente considerar programas de permutación.

Para algunas medidas de comportamiento, en particular para un flujo de tiempo máximo, los programas de permutación son suficientes para un taller de flujo con tres máquinas.

N trabajos, dos máquinas en serie (no pasa)

En este caso, cada trabajo tiene que pasar por dos instalaciones en el mismo orden. “ No pasa” significa que no se permite que un trabajo pase a cualquier otro trabajo, mientras que el primero esté esperando entre instalaciones, y que no puede comenzar ningún trabajo antes de que se haya terminado el anterior.

N trabajos, tres máquinas en serie (No pasa)

La solución óptima para un caso general es muy complicada. Se satisfacen una o ambas de las siguientes condiciones:

1. La duración más corta en la máquina 1 es por lo menos tan grande como la duración más larga en la máquina 2.
2. La duración más corta en la máquina 3 es por lo menos tan grande como la duración más larga en la máquina 2.

N trabajos, M máquinas en serie (no pasa)

Cuando se tienen que procesar varios trabajos a través de muchas instalaciones, encontrar una secuencia óptima requiere de un procedimiento de búsqueda combinatoria.

N trabajos, M máquinas en paralelo.

En esta configuración, se pueden procesar los trabajos disponibles N, por cualquiera de las máquinas M disponibles.

N trabajos, M máquinas en serie y en paralelo

En este caso, se pueden procesar los trabajos por cualquiera de las máquinas en la primera etapa. Una vez que se haya terminado la operación en la etapa 1, el trabajo es completado por cualquiera de las máquinas en la etapa 2.

6.4.- Sistemas de programación

Sistemas expertos basados en el conocimiento: Los sistemas expertos basados en el conocimiento (KBES) emplean el conocimiento recolectado por personas expertas para resolver problemas en un dominio particular. La solución proporcionada por el sistema no es óptima necesariamente, pero debe ser buena y factible.

Cuando más complejo sea el sistema de programación, más difícil será resolver el problema con un modelo matemático. Sin embargo, un KBES puede manejar problemas de programación muy complejos, incluso aquellos que implican información incompleta, incierta o cambios demasiado rápidos. Puesto que son capaces de explicar el razonamiento en los KBES, la confianza de los usuarios en ellos tiende a ser alta.

Programación de capacidad finita: Es una planeación por softwares y protocolos. Muchos sistemas de programación de capacidad finita contienen requerimientos detallados de recursos y capacidad para cada operación desarrollada en cada producto fabricado por la compañía, incluidos inspección, transporte y otro manejo de material. Las restricciones de instalación y mano de obra también se incluyen.

Así mismo, el sistema contiene información detallada de las capacidades normales reales de cada proceso, departamento y máquina, al igual que de las reglas de decisión para definir cómo deben realizarse los ajustes temporales de capacidad.

Las ventajas de la planeación de la capacidad finita se deben a la abundancia de detalles en las diferentes bases de datos y al poder del computador y del software. IBM redujo en 60% el tiempo requerido para generar planes de producción detallados y programaciones, y en 80% la mano de obra necesaria para la planeación de la producción.

El servicio del cliente y el soporte del proveedor mejoraron notablemente.

Así mismo, se logra una mejor integración entre proveedores y clientes en el proceso de planeación porque se pueden identificar los problemas potenciales a medida que se generen las programaciones; además pueden analizarse y resolverse en conjunto entre clientes y proveedores. La capacidad de respuesta sensible rápida mejoró debido a que los tiempos de entrega de la planeación se redujeron en semanas.

Sistemas de programación de empuje: En un sistema de programación de empuje, los programas de producción están centralizados y luego se entregan a la planta de producción. Existen muchas maneras diferentes para desarrollar estos programas. Se observa que todos son sistemas de programación fuera de línea.

Los sistemas de programación fuera de línea tienen en cuenta las condiciones en toda la planta a medida que cargan y ordenan los trabajos en todos los centros de trabajo de la planta de producción. Una característica importante de la programación fuera de línea es su capacidad para producir programas buenos y factibles.

Programación de secuencia de capacidad restringida: Es un sistema de carga finito que fija una serie de tiempos de comienzo y terminación para cada operación en cada centro de trabajo. Los

trabajos se programan uno por uno en orden de prioridad. Todas las operaciones que requiere un trabajo específico se programan al tiempo, teniendo en cuenta las restricciones de recursos y los otros trabajos que van a programarse.

Las prioridades se establecen mediante algunos factores, como fechas de vencimiento prometidas al cliente y fechas de iniciación más temprana. Las operaciones que se requieren para cada trabajo específico pueden programarse mediante la técnica de programación progresiva o regresiva.

En la programación progresiva, el programador comienza por una fecha de iniciación preestablecida para la primera operación. Las fechas de inicio y terminación de cada operación se computan a trabajar hacia adelante en el proceso. En la programación regresiva el programador comienza por una fecha de terminación preestablecida para la operación final. Las fechas de iniciación y terminación para cada operación se computan al trabajar hacia atrás en el proceso.

En ambos casos todas las restricciones de capacidad se consideran de manera directa; esto significa que todos los programas serán factibles.

Sistema de Kumera Oy: Muchas compañías desarrollan su propio sistema de programación y control de producción. Una de estas compañías es Kumera Oy, firma finlandesa que manufactura una

variedad amplia de transmisiones mecánicas hechas a la medida mediante un proceso de flujo intermitente.

El sistema de control periódico desarrollado en Kumera Oy comienza con el plan anual de la compañía, que especifica el número de unidades que se fabricarán de cada grupo de productos durante el año. Los grupos de productos se denominan series de producción. El año se divide en períodos de cinco semanas, y cada serie de producción se programa una vez durante determinado período de 5 semanas. Los pedidos del cliente se asignan a una serie de producción específica, y se reemplazan por pedidos reales las cantidades del período empleadas en la producción.

Sistemas de programación de tracción: En un proceso de producción controlado por un sistema de tracción, sólo se produce un artículo cuando se recibe una señal de usuario. Esta señal puede ser una tarjeta, un cubo vacío boca abajo al piso en la planta o un recipiente vacío. También puede utilizarse una terminal de computador o de teléfono, para comunicar las necesidades de un usuario a un área de trabajo subsiguiente.

Un ejemplo del sistema de tracción es el **sistema Kanban de doble tarjeta**. Este sistema es utilizado por la Toyota. Los Kanbans de retiro especifican la cantidad de un producto que puede desplazarse de un centro de trabajo a uno subsiguiente. Los kanbans de producción

especifican la cantidad de producto que debe fabricar un centro de trabajo.

6.5.- Administración de proyectos de producción

En la rama industrial y en la de construcción se utiliza la administración por proyectos. Si el problema se refiere a una actividad o a un producto, el proyecto no lo resolverá; y puede además demorar la solución final. Si el mal radica en la incompetencia de uno o más departamentos de ejecución directa, no hay que esperar del gerente del proyecto que ponga el remedio. Estas dificultades deberán resolverse por los canales normales de administración "de línea".

La aparición del gerente del proyecto en el escenario complicará la estructura organizacional, creando un "chivo expiatorio" potencial que no dejará ver la causa de la dificultad y que puede demorar la solución correcta de un sencillo problema de administración.

El enfoque de la administración por proyectos puede salvar una operación que atraviesa por dificultades, pero no puede salvar una situación que básicamente está condenada al fracaso. Si en este caso se nombra a un gerente del proyecto, debe dársele la opción honorable de recomendar que descarte la operación.

Cada vez que un organismo emprende una tarea que se aparte de su línea de operación, se enfrenta a un conjunto especial de problemas

de adaptación. La administración por proyectos es un instrumento especialmente útil para enfrentarse a ellos.

Supongamos que una compañía traslada su fábrica. Casi todos los departamentos, desde el de relaciones públicas hasta el de instalaciones, se verán afectados de un modo u otro. La gerencia general no está ni debe estar dispuesta a hacerse cargo de los numerosos detalles que son precisos coordinar con éxito para asegurar un traslado eficaz.

A ninguno de los departamentos existentes puede dársele la responsabilidad del traslado, por consiguiente, dar el encargo a un equipo de proyectos es la solución lógica, y es la que usan cada día más las compañías que conocen esta técnica.

Cuando se emprende un proyecto en el que intervienen diferentes tecnologías, la situación es mucho más complicada. En primer lugar, en muchos casos, ninguna tecnología predomina en el nuevo proyecto ni en su producto final deseado. Por consiguiente, el dirigente del proyecto tiene que ser nombrado, buscando una persona que no esté centrada en su propia especialidad, sino en una combinación correcta de trabajos tecnológicos y en el desempeño perfecto del producto final del proyecto.

La administración por proyectos es un instrumento sumamente útil y a menudo indispensable para administrar proyectos de estudios,

investigaciones y desarrollo en los que intervienen varias disciplinas diferentes.

Ciertas compañías que fabrican un producto complejo, tienen talleres de experimentos con procedimientos especiales ultramodernos. Para manejarlos con éxito se usa el enfoque de la administración por proyectos.

Es difícil determinar la distancia en el futuro en las planeaciones del producto, y el grado del detalle. Deben hacerse suficientes planeaciones que permitan justificar el concepto global de la totalidad del proyecto, los programas de fechas y los cálculos estimativos de costos. Por otra parte, tratar de hacer planes detallados y completos para trabajos por ejecutar, que abarquen tres o cuatro años futuros, probablemente será antieconómico y no será sino emplearse en futilidades.

Si un proyecto se acerca al punto en que haya que decidir el ingreso a la fase siguiente, debe haber planes detallados disponibles para aquella fase. Sin embargo, solo se requieren planeaciones aproximadas para actualizar y justificar el concepto, en relación con fases posteriores.

Por ejemplo, si en un proyecto se hacen preparativos para iniciar una fase de diseño y desarrollo, debe contarse con planes de desarrollo firmes y detallados. Se requerirá un plan menos minucioso para la

producción real. Pueden completarse los detalles en forma más apegada a la realidad al adelantar el proyecto. Los planes para el apoyo pueden ser aún menos minuciosos. Sin embargo, los conceptos operativos deberán definirse suficientemente bien para que puedan influir debidamente en el diseño.

Si es necesario un nuevo diseño para que el producto llegue a ser operante, no hay otra alternativa que seguir adelante con el nuevo diseño. Una posibilidad es aceptar la demora para completar el nuevo diseño, modificar la maquinaria y el equipo, y hacer correr la fecha programada del proyecto por el tiempo que requiera efectuar la nueva prueba.

Otra opción selectiva es reducir la magnitud de las pruebas requeridas, y completar el programa de ingeniería y de pruebas programadas, corriendo el riesgo creciente de que surjan problemas futuros. Una tercera opción selectiva es alargar el tiempo para terminar el programa de ingeniería de pruebas, y compensarlo con una reducción igual del programa instrumental y de fabricación.

Una cuarta opción es alargar la terminación del programa de ingeniería y de pruebas, aunque sin permitir más tiempo en el programa de montaje y fabricación; esto acrecienta la coincidencia de dos fases del proyecto, y la probabilidad de que se requieran cambios después de lanzar el producto. La quinta y otras opciones selectivas son combinaciones de las primeras cuatro.

La razón principal para usar la administración por proyectos, es que al adelantar éstos, las operaciones rara vez se van realizando tal como se planearon.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Martin, Charles C. **Administración de Proyectos: como hacerla operante.** Editorial Diana. México. 1981
- 2.- Meneses, Pedro. **Planeación, programación y control computarizado en las empresas.** Editorial Limusa. México. 1984.
- 3.- Schroeder, Roger. **Administración de operaciones.** McGrawHill. México 1996.
- 4.- Narasimham, Seetharama. **Planeación de la Producción y Control de Inventarios.** Prentice-Hall. Segunda edición. México. 1996.
- 5.- Radford, Russel. **Administración de operaciones y producción.** MacGrawhii. Colombia. 1997.

VII.- SISTEMAS INTEGRALES DE ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION

7.1.- Aspectos de integración

Si las compañías manufactureras desean competir con éxito, tanto dentro del país como en el extranjero, hoy necesitan responder con mayor agilidad a los cambios del mercado impuestos por la globalización. En este entorno, una de las mayores áreas de oportunidad es la integración de los sistemas computarizados de gestión administrativa con los de control y automatización. Históricamente, ambos se han desarrollado por separado y, aún en nuestros días, muy pocas plantas tienen entre sus planes estratégicos acciones concretas para resolver esta dualidad.

Areas de oportunidad

Una plena unificación de la información generada en el piso de la planta con la de los niveles administrativos tiene un impacto muy positivo para ayudar a satisfacer con mayor rapidez los seis factores críticos de éxito de la corporación, considerados como los aspectos que debe hacer bien para que su permanencia y crecimiento en el mercado se desarrollen con eficiencia. Para que este escenario sea viable, se requiere de un flujo continuo de información entre ambos niveles, el administrativo y los procesos.

El primer factor se refiere a la promesa de entrega. Un cliente que recibe la mercancía solicitada en la fecha propuesta queda satisfecho y, con seguridad, continuará haciendo negocios con el proveedor cumplido. La única forma de asegurar una operación así es que el agente que toma la orden de venta tenga acceso en línea a la información de los inventarios y a la capacidad real de producción de la planta.

Muchas veces, es necesario acceder a la información de inventarios de los proveedores para verificar la disponibilidad de materia prima y asegurar un abastecimiento oportuno. Sólo así, puede comprometerse a entregar el producto el día indicado y complacer a su cliente.

El segundo tiene relación con la reducción del tiempo transcurrido entre la recepción de la orden de venta y la entrega del producto terminado. Entre más corto sea el ciclo, la rotación de inventario se incrementa y se mejora de manera importante la productividad de los activos.

Otro elemento tiene que ver con el deseo de la empresa de maximizar la utilización de sus activos durante el proceso de transformación, donde se engloban todos, incluyendo los servicios de producción, administración, ventas y mercadotecnia.

El cuarto factor, la manufactura flexible, es un enfoque muy reciente y es una consecuencia de la diversidad de preferencias del consumidor moderno. Muchos productos tienen que fabricarse para satisfacer

necesidades particulares de ciertos sectores de consumidores. Estas predilecciones tienden a cambiar con rapidez y así, la planta tiene que adaptarse para responder a esta situación. En otras palabras, la manufactura flexible es la habilidad que tiene la planta para modificar su infraestructura de producción a cambios continuos e inesperados respecto a las tendencias del mercado.

Un punto más a tomar en cuenta es la optimización de las cadenas de suministro, lo cual está vinculado con el equilibrio entre el suministro de insumos y la demanda de productos. El propósito es desplazar el artículo desde el punto de origen a su lugar de consumo en la menor cantidad de tiempo y al menor costo posible. En ella intervienen diversos grupos de trabajo, muchas veces externos a la planta, tal como sucede con los proveedores y los distribuidores. Para optimizar las cadenas se necesita realizar negociaciones complejas que ayuden a reducir los costos operacionales y de inventarios, haciendo más eficientes los embarques y los servicios al cliente.

El sexto y último ingrediente, la calidad, es también un asunto que ha cobrado gran relevancia para poder competir en mercados mundiales. La norma de calidad ISO-9000 es un requisito exigido por la mayoría de las empresas a los proveedores que quieran hacer negocios con ellas. Hay grupos certificadores, los cuales auditan periódicamente a las compañías para avalar el cumplimiento de las normas de calidad que ampara el certificado. Por tal motivo, es muy importante tener acceso a datos históricos acumulados a lo largo del tiempo para que los auditores de calidad puedan revisar el proceso.

Comprensión Máxima

Para lograr satisfacer los factores críticos mencionados, es necesario optimizar los flujos de información entre las diversas unidades que constituyen la planta. Como se mencionó antes, algunos de los factores, por ejemplo, las cadenas de suministro, rebasan el dominio de la propia corporación para ubicarse en entidades externas. Se requiere instalar una infraestructura de redes de cómputo y grandes bases de datos para conectar a los diversos equipos de trabajo, aunque muchas veces, éstos se encuentran ubicados en localidades remotas. Sólo así, es posible explotar toda la información de la planta de una manera racional.

Uno de los principales problemas que han obstaculizado la integración de los sistemas es la dificultad de relacionar de una manera eficiente los sistemas de control de manufactura con los empresariales.

El inconveniente no estriba en la tecnología computacional, sino en la diversidad cultural de los individuos que intervienen en estas áreas. Por una parte, los ingenieros que provienen del medio de la tecnología de información están familiarizados básicamente con los procesos de negocios. Poco a nada entienden de los procesos de manufactura o de transformación.

Por otro lado, los ingenieros que provienen de las plantas no tienen una idea clara de los requerimientos de los sistemas empresariales, ni de la importancia que tiene la información en los niveles superiores para una gestión exitosa. También, es usual que estos individuos no

compartan los mismos factores críticos de éxito, tienen puntos de vista diferentes sobre lo que es importante y, aún peor, muchas palabras empleadas en su vocabulario tienen diversos significados entre ellos.

7.2.- Sistemas de empujar versus sistemas de Tracción

Es importante comprender en qué consiste el sistemas de tracción y, por consiguiente, el sistema de empuje de control de planta. Así mismo, es necesario comprender en qué circunstancias es preferible emplear cada sistema.

En un proceso de producción controlado por un sistema de empuje, los artículos se producen en tiempos especificados en un programa elaborado con anticipación.

Los sistemas de empuje, se dirigen mediante la puesta en marcha de instrucciones necesarias para fabricar los componentes de un producto y luego ensamblarlos hasta completar el producto. A medida que el centro de trabajo termina la tarea que realiza en una pieza, ésta es “empujada” hacia el próximo centro de trabajo que operará en ella. Con frecuencia los sistemas de empuje se equiparan con los sistemas de MRP; también se emplean con los sistemas de operaciones sincronizadas, y en las operaciones de flujo variado y flujo intermitente programadas de modo manual.

En un proceso de producción controlado por un sistema de tracción, sólo se fabrica un artículo cuando se recibe una señal del usuario.

Los sistemas de tracción, equiparados a menudo con las operaciones JAT, difieren por completo de los sistemas de empuje. En la práctica, un programa de montaje final basado en los pedidos de los clientes lleva las partes y los productos hacia el proceso de producción. Sólo el último centro de trabajo recibe una copia del montaje final. Este centro indica sus requerimientos al centro que lo precede y así sucesivamente hasta el comienzo del proceso, mediante tarjetas, recipientes vacíos o cubos vacíos boca abajo al piso.

A diferencia de un sistema de empuje, no se dan a conocer los programas de producción para cada centro de trabajo; tampoco se necesitan informes diarios que comparen el desempeño real con el desempeño planeado.

El hecho de que se necesiten menos programas e informes de producción es sólo una de las ventajas de un sistema de tracción. Las empresas que han cambiado de un sistema de empuje a uno de tracción presentan reducciones importantes en costos de inventario, costos de producción y tiempos de entrega de la producción. Así mismo, se mejoran la calidad del producto y la capacidad de respuesta frente a los clientes.

Aunque los beneficios potenciales de un sistema de tracción son muy atractivos, muchas empresas no lo emplean. En Norteamérica, algunas empresas ponen en práctica el sistema de tracción, no obstante que se requieren varios años para crear el ambiente adecuado. En algunos casos, es casi imposible cumplir los requisitos para establecer un sistema de tracción. Entre estos requisitos tenemos:

- El riesgo de fallas del equipo debe ser mínimo.
- La calidad de las partes y componentes producidos por el sistema debe ser muy alta.
- Para producir lotes muy pequeños a bajos costos, el tiempo de instalación del equipo debe ser muy corto.
- La calidad de las materias primas y las partes compradas tiene que ser muy alta. Los proveedores deben enviar sus artículos en muy pequeñas cantidades justo antes de que se necesiten. Esto requiere mantener estrechas relaciones con sus proveedores.

7.3.- Sistemas justo a tiempo (JIT) y otros modelos

El sistema Justo a Tiempo, es un conjunto de actividades integradas, diseñadas para obtener un alto volumen de producción, utilizando inventarios mínimos de componentes que llegan al centro de trabajo en el tiempo preciso.

La meta del enfoque JAT es producir sólo lo necesario en la cantidad requerida y en el tiempo preciso. Si esto se logra, la empresa puede aumentar de modo radical la capacidad de respuesta frente a los requerimientos de los clientes y perfeccionar la capacidad para competir en costos, calidad, credibilidad, flexibilidad y tiempo.

El justo a tiempo representa el concepto de inventario reducido: hacer que el material llegue al centro de trabajo siguiente o al cliente justo a tiempo para la etapa de producción siguiente. Si esto se lleva a cabo, entonces se reduce el inventario entre etapas de producción.

Los objetivos del justo a tiempo son: eliminar el dispendio, mejorar la calidad, minimizar los tiempos de entrega, reducir costos y mejorar la productividad. Para la implementación de un sistema justo a tiempo se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- La administración debe apoyar el enfoque JIT, lo cual implica delegar más responsabilidad y autoridad en los trabajadores de la planta.

- Se debe lograr y mantener un ambiente de cooperación entre la administración y los trabajadores de la empresa.
- La distribución de planta debe adecuarse a los estilos de JIT. La manera de distribuir el equipo y las personas debe cambiarse para adaptarse a un sistema de tracción. Las máquinas deben ser suficientemente flexibles para fabricar diversos productos, y los trabajadores deben ser capaces de cumplir varias tareas.
- El tiempo necesario para cambiar de un trabajo al siguiente debe reducirse de modo considerable para que sean factibles los tamaños de lotes pequeños.
- La confiabilidad de la máquina debe ser alta. El mantenimiento preventivo es muy importante.
- Tal vez sea necesario introducir cambios en el diseño de producto con el fin de incrementar el empleo de partes estandarizadas.
- Se debe encontrar proveedores que se adapten al sistema y establecer con ellos una estrecha relación.

Toyota motor Company es pionera en la aplicación del enfoque JIT, que constituye uno de los fundamentos del sistema de producción de Toyota. Este sistema atrajo la atención en Japón a comienzos de la

década del 1970, cuando la empresa generó grandes utilidades, mientras que las otras empresas presentaban pérdidas sustanciales.

Además de un proceso de producción confiable, el enfoque JIT requiere proveedores confiables. Los componentes y materiales de calidad deficiente dificultan el proceso de producción, y esto retrasará las entregas.

El proveedor debe garantizar la entrega de pequeñas cantidades de artículos en el momento preciso. Esto significa que la empresa debe compartir información de la planeación de producción con el proveedor.

Las pequeñas entregas y tamaños de lote pequeños exigen cambios en el modo como operan los proveedores y, en ocasiones, el proveedor necesita el apoyo administrativo de la empresa. El proveedor puede hasta cambiar la localización con el fin de estar más cerca de la empresa.

El diseño del proceso de producción y la disposición de la planta son componentes de fundamental importancia para facilitar el flujo de trabajo en un ambiente de JIT. Numerosas técnicas, cuyo uso está muy difundido, como la tecnología de grupo y las líneas que se concentran en una actividad específica, permitirán que el flujo de trabajo sea constante.

Arreglar de nuevo la disposición con objeto de obtener un tiempo de flujo mínimo entre estaciones de trabajo, también acelerará el flujo al permitir que un lote que se va a transferir independiente del lote que se somete a proceso se desplace a la siguiente operación del proceso. Si los centros de trabajo son adyacentes, el número de lotes a transferir se reducirá a uno.

Sistema OPT

Las operaciones sincronizadas son una filosofía que se centra en la importancia de los recursos de cuello de botella y la necesidad de hacer énfasis en los esfuerzos de la empresa para maximizar su utilización.

La filosofía de operaciones sincronizadas se basa en la teoría de Goldratt sobre las restricciones y se refleja en su software de control y planeación de la producción, tecnología de la producción optimizada (OPT). Este enfoque se basa en los recursos cuello de botella y los recursos de capacidad restringida.

Un recurso cuello de botella se caracteriza porque su capacidad es menor que su demanda. Un recurso de capacidad restringida se caracteriza porque su capacidad sólo es suficiente para satisfacer su demanda. Si no se programa con suficiente cuidado, puede convertirse en cuello de botella.

El objetivo de la filosofía de las operaciones sincronizadas es incrementar el rendimiento del proceso de operaciones y reducir los niveles de inventario y los gastos de operación.

La **tecnología de producción optimizada (OPT)** es uno de los muchos paquetes de software de programación fuera de líneas disponibles en el comercio. La OPT se centra en la utilización de recursos cuello de botella.

El módulo OPT crea un programa de producción para cada operación cuello de botella, como sigue:

1. El software utiliza los pedidos de los clientes, las listas de materiales y los balances de inventario normales para calcular la cantidad requerida de cada parte producida por el sistema.
2. Se calcula el tamaño del lote transferido para cada parte requerida. Un tamaño de lote transferido es la cantidad de partes desplazada entre los recursos. El tamaño de lote transferido depende de una serie de lineamientos de la administración, incluido el tiempo mínimo que un recurso cuello de botella demora en producir un lote de cualquier parte.

3. Para cada parte requerida, se calcula el tamaño del lote procesado. Este es igual al número de partes que una máquina procesa antes de estar preparada para producir una nueva parte y equivale a uno o más lotes transferidos.

Al combinar los lotes transferidos en operaciones cuello de botella, aumenta la eficiencia del cuello de botella. Para calcular los tamaños de los lotes procesados, la OPT desarrolla una serie de simulaciones detalladas de la planta de producción. Estas simulaciones tienen en cuenta la disponibilidad de las máquinas, los tiempos de instalación y los inventarios de reserva. Al calcular el tamaño de los lotes procesados, se requiere la OPT para establecer el orden de los lotes transferidos y se origina un programa de producción detallado para los cuellos de botella.

Como la OPT considera directamente las limitaciones de la capacidad, sus programas son factibles. Y como las planeaciones son muy detalladas, pueden utilizarse de manera directa en la planta de producción.

Las compañías que utilizan el software de OPT reportan inventarios de productos en proceso bajos y fechas de entrega de producción más cortas. Sin embargo, consideran que los resultados no son intuitivos, los costos de mantenimientos son altos y el sistema requiere una exactitud extrema y retroalimentación a tiempo para ser efectivo.

7.4.- Manufactura integrada por computador (C I M)

La manufactura integrada por computador (CIM) consiste en emplear sistemas de información computarizada y filosofías administrativas, para integrar totalmente las actividades relacionadas con la producción, desde la percepción de qué productos necesitan los clientes, el diseño del producto, el diseño del proceso, la producción, hasta el apoyo de postventa.

Un computador une todos los sectores, y así se obtiene mayor eficiencia, menos papeleo y menos gastos en personal.

Puesto que todas las actividades relacionadas con la producción están orientadas a la información, es sensato pensar en el empleo de computadores para integrar y controlar estas actividades.

Beneficios de la manufactura integrada por computador

Son muchos los beneficios de las tecnologías de la CIM. Por ejemplo, el principal beneficio de un sistema de diseño asistido por computador (CAD) es mejorar la productividad del diseño; no obstante del CAD pueden desprenderse otros beneficios, como la mejor calidad del diseño, una reducción considerable en el tiempo dedicado a los prototipos y una base de datos de ingeniería con la descripción detallada de cada pieza.

Entre las ventajas de la tecnología de grupos se encuentran la reducción en el número de piezas en la base de datos, menores costos de introducción de piezas, mayores factores de utilización de máquinas y la reducción en el tiempo total de preparación.

El sistema de planificación y control de manufactura (MP&CS) genera beneficios cuantitativos y cualitativos. Entre los beneficios cuantitativos típicos está la reducción en el número de errores de inventario, la reducción del inventario total, mayor productividad, menos envíos con retraso, tiempos de entrega más cortos y menos casos de falta de inventario. Entre los beneficios cualitativos están mejores relaciones con los clientes, mejor comunicación funcional y una gestión más profesional.

Los beneficios más comunes del manejo automatizado de materiales son: mayor precisión en los registros de inventario, reducción en las necesidades de espacio para almacenamiento, mayor productividad de la fuerza de trabajo, mayor seguridad en el almacén, menos daños a los productos y la coordinación del movimiento de materiales con el equipo de manejo de materiales.

La manufactura asistida por computador (CAM) incluye diversas tecnologías que se emplean en la manufactura: máquinas herramientas operadas por computador, sistemas flexibles de manufactura (FMS) e inspección asistida por computador.

La robótica está vinculada con la CAM. Un robot es un manipulador multifuncional, reprogramable, con un dispositivo (un sujetador, soldador o manguera de pintura) como extremidad, que se emplea en tareas de la fábrica que pueden dividirse en operaciones independientes. Muchas veces se emplean robots para soldadura de punto y montaje.

Los sistemas CAM tienen muchas ventajas, como la productividad de la fuerza de trabajo, mejor calidad del producto y menor tiempo de preparación. La robótica es un sustituto de los seres humanos en tareas sucias, peligrosas o tediosas. Los robots pueden ofrecer mayor flexibilidad, mayor confiabilidad y ahorros considerables en cuanto a espacio, materiales, iluminación y calefacción.

Los beneficios a largo plazo de un sistema integrado de datos como la CIM son los de carácter individual ampliados geométricamente por la ventaja de integrar cada componente en un sistema común.

Para crear un ambiente verdadero de CIM, las diversas máquinas deben ser capaces de establecer conexiones o comunicarse entre sí. En la práctica, debido a que su software o su hardware es incompatible, muchas herramientas computarizadas no pueden comunicarse entre sí ni compartir sus datos.

Para superar este problema, se han desarrollado los estándares de red, como el protocolo automatizado de manufactura (MAP) y el

protocolo técnico de oficina (TOP). Estos estándares de red, concuerdan con el modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (OSI) de siete categorías propuestas por la Internacional Standard Organization. La meta es proporcionar protocolos que permitan intercambiar información y relacionar productos de diversos fabricantes.

La integración permite administrar mejor el flujo de los datos de manufactura, mejorar la comunicación entre departamentos y emplear los recursos más adecuadamente, todo o cual puede producir considerables ganancias en la calidad del producto y en la eficiencia de la producción.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Narasimham, Seetharama. **Planeación de la Producción y Control de Inventarios.** Prentice-Hall. Segunda edición. México. 1996.
- 2.- Radford, Russel. **Administración de operaciones y producción.** McGrawhill. Colombia. 1997.
- 3.- Aquilano, Nicolas. **Dirección y Administración de la producción y de las operaciones.** Adison – Wesley Iberoamericana. Sexta edición. España. 1994.
- 4.- **Integración.**
<http://www.manufacturaweb.com/prnfriend.asp>