

1981

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

**Administración de la Producción en una Planta
de Productos Eléctricos para la Recreación**

Seminario de Investigación Administrativa

Que para obtener el título de:

LICENCIADO EN ADMINISTRACION

p r e s e n t a n :

JESUS DAGOBERTO RAMOS MORENO

JULIO MARCOS R. RAMIREZ PIÑA

Director del Seminario: Profr. Juan Montero Marhx



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INTRODUCCION

Actualmente la industria nacional requiere mejorar sus índices de productividad, a fin de satisfacer la demanda de artículos de consumo y otorgar mejores niveles de vida a los trabajadores. De aquí surge la necesidad de superación constante. Quienes pretendemos formar parte de los cuadros directivos que ayuden al desarrollo del país nos enfrentamos a este reto. Es por ésto que nuestra carrera está contribuyendo en el mejoramiento de nuestro país.

Nuestro seminario de investigación lo desarrollamos en una planta de productos eléctricos para la recreación (televisores, radios, juegos electrónicos, tocadiscos, estereos, etc.), fijándonos como primer objetivo encontrar soluciones en el área de operaciones, ya que la complejidad de la manufactura de los productos presenta continuamente los criterios de decisión (certidumbre, bajo riesgo e incertidumbre).

La manufactura de estos productos comprende procesos de fabricación y procesos de montaje. En la fabricación de televisores examinamos dos divisiones de la planta: las líneas de fabricación y las líneas de montaje. Estas presentan problemas característicos que requieren la coordinación necesaria para operar eficientemente. En las líneas de fabricación vemos máquinas procesando componentes electrónicos: circuitos impresos, bobinas, fly-backs,

etc. Si seguimos observando vemos que cierto equipo finaliza la producción de un componente; el equipo versátil después de algunos cambios de herramienta y ajustes producirá otros componentes. - Las partes fabricadas se localizan posteriormente en un almacén - para esperar el montaje.

En el montaje, los sub-ensambles forman ensambles que se reunirán en la línea de montaje final integrando los productos terminados formados en algunos casos por más de 1000 componentes - de muy diversos orígenes y requerimientos tecnológicos de proceso.

Para que un sistema de tal magnitud sea eficiente requiere de una adecuada administración. De aquí surge la necesidad de contar con un sistema de planificación, organización y control de - operaciones debidamente estructurado que permita cumplir a la empresa con sus objetivos a través del uso integral y eficiente de los recursos, constituyendo esto el segundo objetivo que pretendemos alcanzar en el desarrollo de nuestro seminario de investigación.

Dada la problemática en el área de producción se ve la necesidad de agrupar las funciones de acuerdo a las características de las mismas, por lo que hemos desarrollado subsistemas o módulos los cuales facilitan el control de la información de las operaciones. Este agrupamiento de funciones nos permite desarrollar dichos mó

dulos en forma independiente, siendo estos al mismo tiempo dependientes de los objetivos generales del sistema (ver Fig. 1).

Los módulos desarrollados tienen por objetivos:

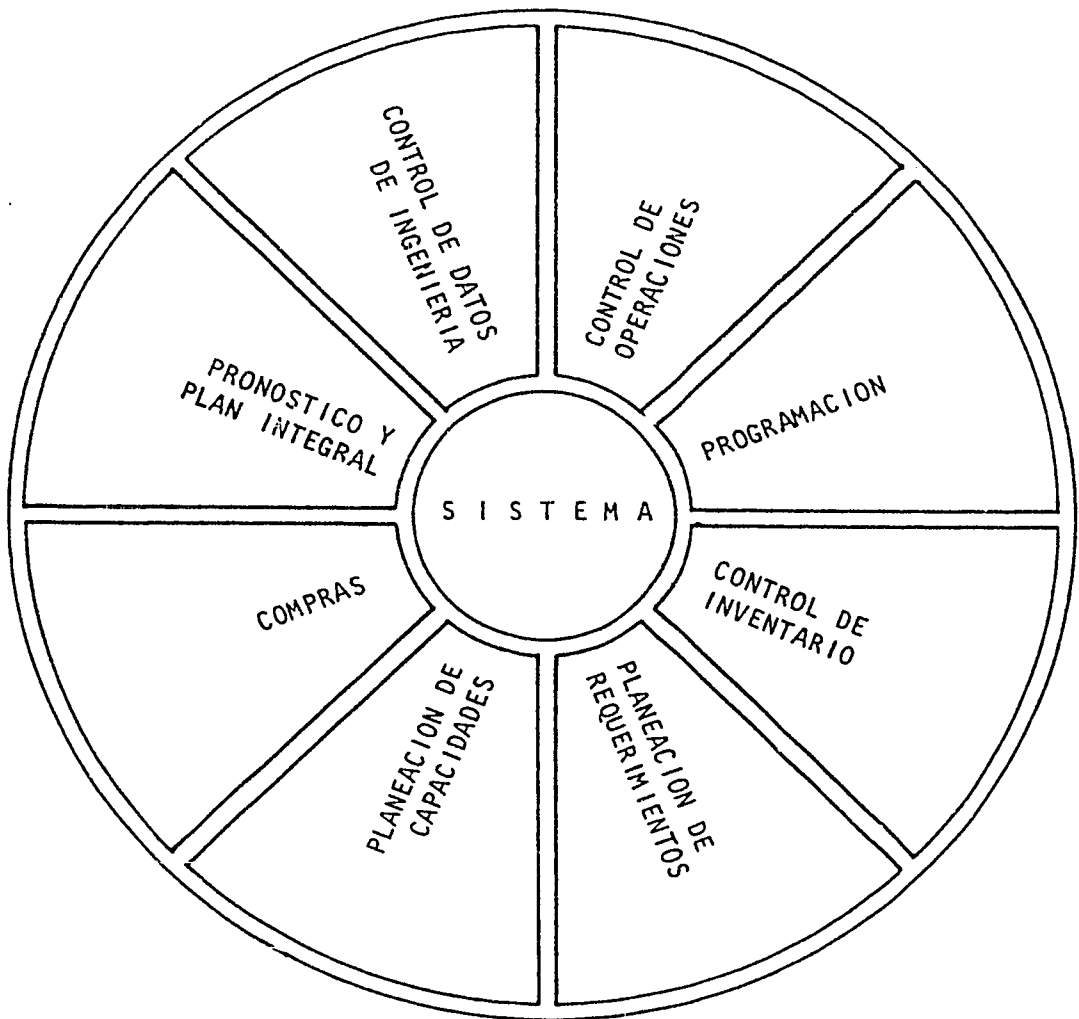
- 1.- Definir áreas de responsabilidad.
- 2.- Canalizar adecuadamente la información.
- 3.- Evitar duplicidad de funciones.
- 4.- Tener un marco sistemático para la solución de problemas.

Los módulos se integran de tal forma que la información fluye por el sistema de manera eficaz mejorando así la calidad de las decisiones. Consideramos que los siguientes módulos abarcan las funciones inherentes a un Sistema de Planeación, Organización y Control de la Producción:

M O D U L O S

- 1- Pronósticos.
- 2- Programación.
- 3- Planeación de Requerimientos.
- 4- Control de Operaciones.
- 5- Control de Inventario.
- 6- Compras.
- 7- Control de Datos de Ingeniería.
- 8- Planeación de Capacidades.

FIG. No. 1.- MODULOS DE UN SISTEMA DE PLANEACION Y CONTROL DE PRODUCCION



MODULO 1. PRONOSTICO.

El objetivo de este módulo es predecir la demanda futura para cada producto o modelo. La necesidad de pronosticar puede ser comprendida por dos razones básicas: primero utilizar de la mejor manera los recursos de la compañía y segundo, para dar un mejor servicio al cliente.

Una vez que los requerimientos para productos terminados son conocidos, las cantidades de partes componentes y subensambles pueden ser planeadas. El módulo requiere almacenar datos históricos de las ventas, así como definir el modelo a usar y establecer los parámetros sobre los cuales se aplicará el modelo.

MODULO 2. PROGRAMACION.

La programación involucra la asignación de fechas en las cuales un trabajo se espera empezar y terminar. Este procedimiento se hace complejo debido a que estas fechas deben ser establecidas para varias ordenes dentro de la planta al mismo tiempo. Cada una tomará en cuenta las limitaciones de producción así como prioridades asignadas, pero sujetas a cambio.

MODULO 3. PLANEACION DE REQUERIMIENTOS.

La función de un subsistema de planeación de requerimientos es para determinar las materias primas, partes fabrica-

das, partes compradas, subensambles y ensambles necesarios para satisfacer el plan integral que fue generado por el subsistema de pronóstico. El objetivo es determinar las necesidades tan rápida y exactamente como sea posible, así como reaccionar rápidamente a cambios en pronóstico, cancelación de ordenes y reprogramación de la planta.

MODULO 4. CONTROL DE OPERACIONES.

Algunos de los principales problemas del control de producción son causados por la falta de información oportuna respecto al estado que guardan las corridas de producción de los diferentes ensambles. Es importante conocer que ensambles están a tiempo, cuáles están atrás del programa, donde están los trabajos en este momento y los centros de trabajo en que tienen que ser procesados. Además, condiciones excepcionales (por ejemplo - costo excesivo y paros de línea) deben ser destacadas para que la gerencia tome una acción.

Las mayores dificultades son: (1) el gran volumen de información que debe considerarse, y (2) la comparativamente pequeña cantidad de tiempo disponible antes de que se haga necesaria una decisión. Los sistemas de procesamiento de información están capacitados para almacenar y procesar la vasta cantidad de datos requeridos para controlar el trabajo en planta. El uso de -

equipo de captación de información reduce el tiempo entre un evento y su reconocimiento al punto donde la información y el sistema de control pueden ser tan dinámicos como la planta misma.

MODULO 5. CONTROL DE INVENTARIO.

El módulo de control de inventario, específicamente se dirige al problema del nivel de inventario de productos terminados, ensambles, subensambles, materias primas u otras partes - las cuales son directamente ordenadas por clientes (accesorios, partes de servicio, refacciones) .

Las tres preguntas básicas que tendrán que ser contestadas por el módulo son:

¿Qué se mantendrá en inventario?

¿Cuándo debería de ser reestablecido un pedido?

¿Por cuánto se deberá requerir?

Además, el módulo deberá mantener un inventario balanceado, mediante el uso de sistemas de clasificación.

MODULO 6. COMPRAS.

Este módulo tiene que ver con la obtención de los materiales adecuados en el tiempo apropiado y al costo mas bajo a partir de requisiciones emitidas por control de inventario o del plan

integral de producción. Comprende actividades críticas por el volumen de datos que se manejan y porque la realización de las actividades no están totalmente bajo el control de la empresa, ya que influyen factores externos y por lo tanto incontrolables para la misma (restricciones en las importaciones, cambios de precios, problemas de los proveedores) .

MODULO 7. CONTROL DE DATOS DE INGENIERIA.

Dada la gran complejidad que existe en el manejo de información masiva y en la necesidad de que esté a tiempo y actualizada, por ser tan cambiante el proceso de producción se ha recurrido al desarrollo de procedimientos electrónicos. En este módulo se controla y revisa toda la información que alimentará al sistema con el objeto de formar un banco de datos, referente a los componentes que intervienen en los procesos, como listas de partes, cambios de ingeniería, balances de línea, etc.

Los archivos que se generan se describen en el módulo de planeación de requerimientos.

MODULO 8. PLANEACION DE CAPACIDADES.

La planeación de la capacidad es la base a partir de la cuál el programa operacional de una planta puede desarrollarse. En esencia, lleva a cabo el trabajo de planeación a largo plazo, es

to es, toma la carga de trabajo a desarrollarse y compara la producción estimada contra hombres y máquinas disponibles dentro del período de tiempo requerido, desarrolla fechas de inicio a fin de establecer un patrón detallado de carga nivelada. La planeación de capacidad provee información suficiente hacia el futuro para cuantificar variaciones en las cargas de trabajo, disponiendo de suficiente tiempo para adoptar acciones correctivas, tales como - agregar variantes extras, trabajo a subcontratar, compras en lugar de manufacturas, necesidades de ajuste del potencial humano, cambios a la capacidad, etc.

De acuerdo con los objetivos que nos hemos propuesto en el desarrollo del seminario, nuestro estudio enfoca únicamente los módulos que contribuyen directamente a la solución de los problemas de operación.

Los módulos que estudiamos son:

- 1) Pronóstico.
- 2) Planeación de Requerimientos.
- 3) Control de Inventario.
- 4) Planeación de Capacidades.

En la elaboración y mercadeo de productos eléctricos tiene gran importancia cumplir las fechas de un proyecto que in

troducirá en el mercado un nuevo modelo, para esto, hemos implementado la utilización de la Ruta Crítica en la toma de decisiones de proyectos únicos, lo cual nos ha permitido mejorar nuestra situación en el mercado. Por esta razón, en forma separada a la exposición de los cuatro módulos, hemos desarrollado un capítulo llamado "ADMINISTRACION DE NUEVOS PROYECTOS" donde recalcamos la importancia de la aplicación de Redes en esta área.

C A P I T U L O I

MODULO: PRONOSTICO Y PLAN INTEGRAL

M O D U L O I

PRONOSTICO Y PLAN INTEGRAL

Todo pronóstico es un estimado del nivel de la demanda de un producto o varios productos por un período de tiempo futuro. Por lo tanto, todo pronóstico es fundamentalmente una conjetura, pero mediante el empleo de ciertas técnicas puede ser algo más - que eso.

Dentro de la industria generalmente no se hace uso de análisis sistemáticos sobre bases cuantificables para la elaboración de los pronósticos de ventas, ya que normalmente la gerencia de ventas pide a cada vendedor una estimación de las futuras ventas de una zona y por separado hace una estimación propia que luego es comparada obteniendo así un pronóstico definitivo.

Todas y cualesquiera de las decisiones formuladas para el futuro se basan en alguna especie de pronóstico. Se puede afirmar que los pronósticos planeados son más valiosos y exactos que los intuitivos.

Aunque consideramos que el pronóstico es crítico para la planeación y el control de los sistemas de producción, nos proponemos establecer la necesidad de sistematizar un pronóstico con

base en algún modelo determinado que permita generar información en forma oportuna, para poder preveer siempre que sea posible los cambios de la demanda.

El pronóstico de ventas trata de conciliar los movimientos externos e incontrolables de la economía y los asuntos internos y controlables de la empresa. Por eso, un pronóstico de ventas tiene que basarse en un cuidadoso análisis de los factores externos, que es la base del planeamiento de todos los aspectos de las operaciones de una compañía.

El número de factores de un modelo de pronóstico podría ser enorme. Algunos de estos factores contribuirán enormemente al efecto neto de la demanda, mientras que otros tendrán es poca importancia. Algunos de los factores serían de fácil predicción mientras que otros no. Robert G. Brown (1) afirma, "que todos los factores se pueden colocar en una de dos categorías:

- a) Factores que generaron demanda en meses pasados y no son nuevos para el futuro.
- b) Factores que aparecen por primera vez, afectando a la demanda total."

Considerando esta clasificación y como resultado de un

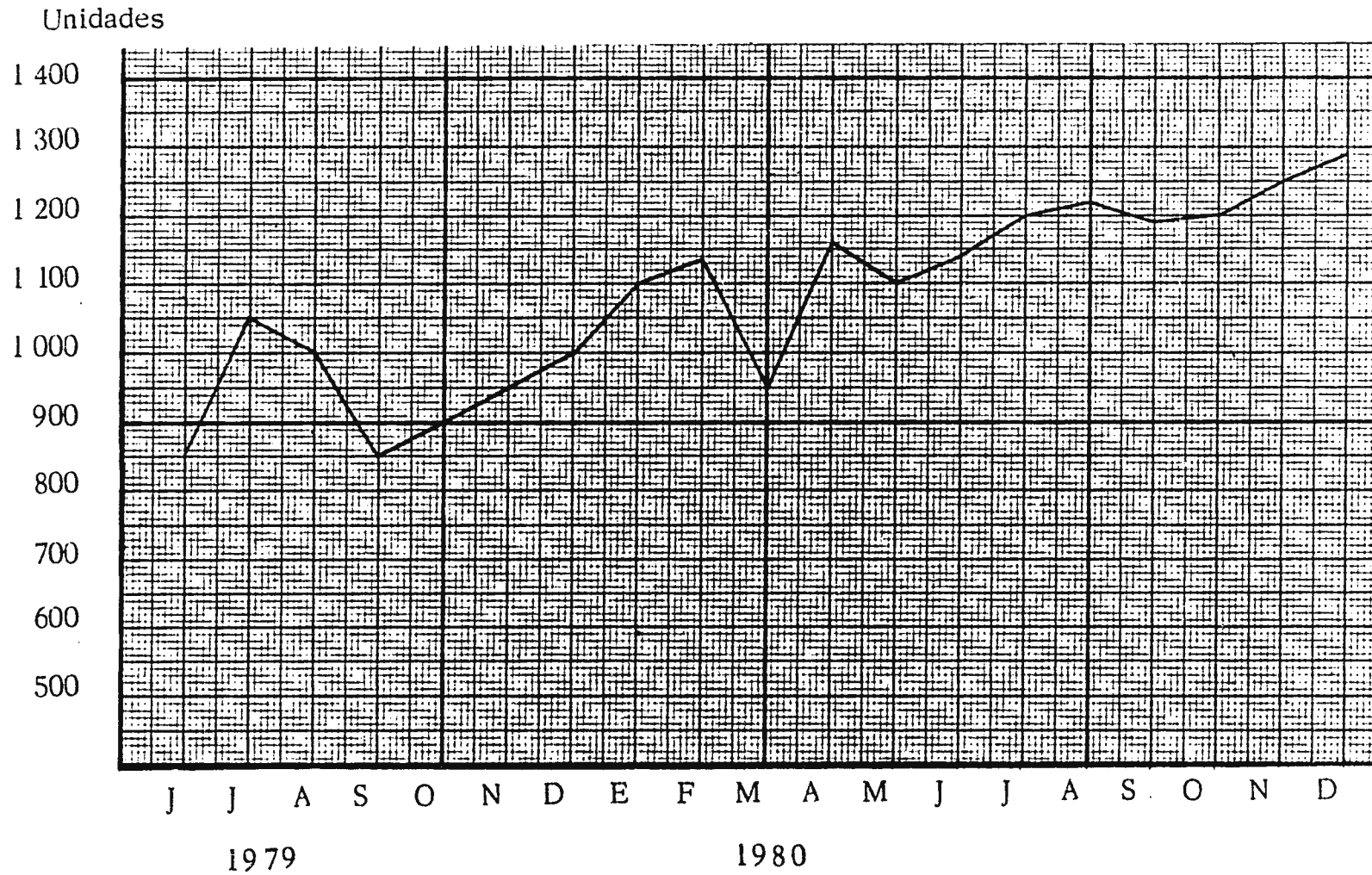
análisis gráfico y estadístico del comportamiento de la demanda de los productos de la empresa (ver Gráfica No. 1) se determinó que los componentes de dicha demanda se caracterizaban por el si guiente comportamiento:

A. Se observó gráficamente que la demanda de los años anteriores presentaba una tendencia a incrementarse aún - cuando se advertían algunas disminuciones, mismas que en general no afectaban a dicha tendencia, lo cual se consideró que se debía a la existencia de un mercado en expansión.

B. La demanda sufrió incrementos marcados en varios períodos de cada año que sobrepasaban la tendencia promedio existente, así como depresiones que llegaban a ser inferiores a la tendencia promedio. Lo anterior indicó la existencia de patrones estacionales.

Se consideró que las variaciones inesperadas en los volúmenes demandados no obedecían a la existencia de patrones estacionales en los períodos en que se presentaban ni a la tendencia promedio en general; se debían a variaciones por efectos del azar y por lo tanto de naturaleza impredecible. Dichas variaciones son difíciles de detectar cuando siguen la tendencia de las diferentes etapas de comportamiento de los patrones estacionales.

GRAFICA No. 1 DEMANDA DEL ENSAMBLE TL - 123 (Novel)



Si partimos de la base de que la esencia de un sistema de pronóstico consiste en proporcionar retroalimentación de información en forma rápida y certera en donde se necesite para preveer siempre que sea posible los cambios de la demanda y de acuerdo con las características enumeradas anteriormente tenemos que el modelo para pronosticar deberá reunir las siguientes condiciones:

1) Los datos que se obtengan del modelo deben ser representativos de todos los datos históricos disponibles de la demanda para lograr una estabilidad estadística y por lo tanto operativa.

2) Aún cuando los resultados obtenidos con el modelo sean representativos de todos los datos, deberá conferir mayor valor a los más recientes con objeto de poder seguir el efecto de tendencia que presenta la demanda.

3) Con la presencia de patrones estacionales en la demanda, el modelo deberá reaccionar lo más rápida y representativamente posible a las distintas etapas de dichos patrones y a pesar de los efectos de tendencias existentes.

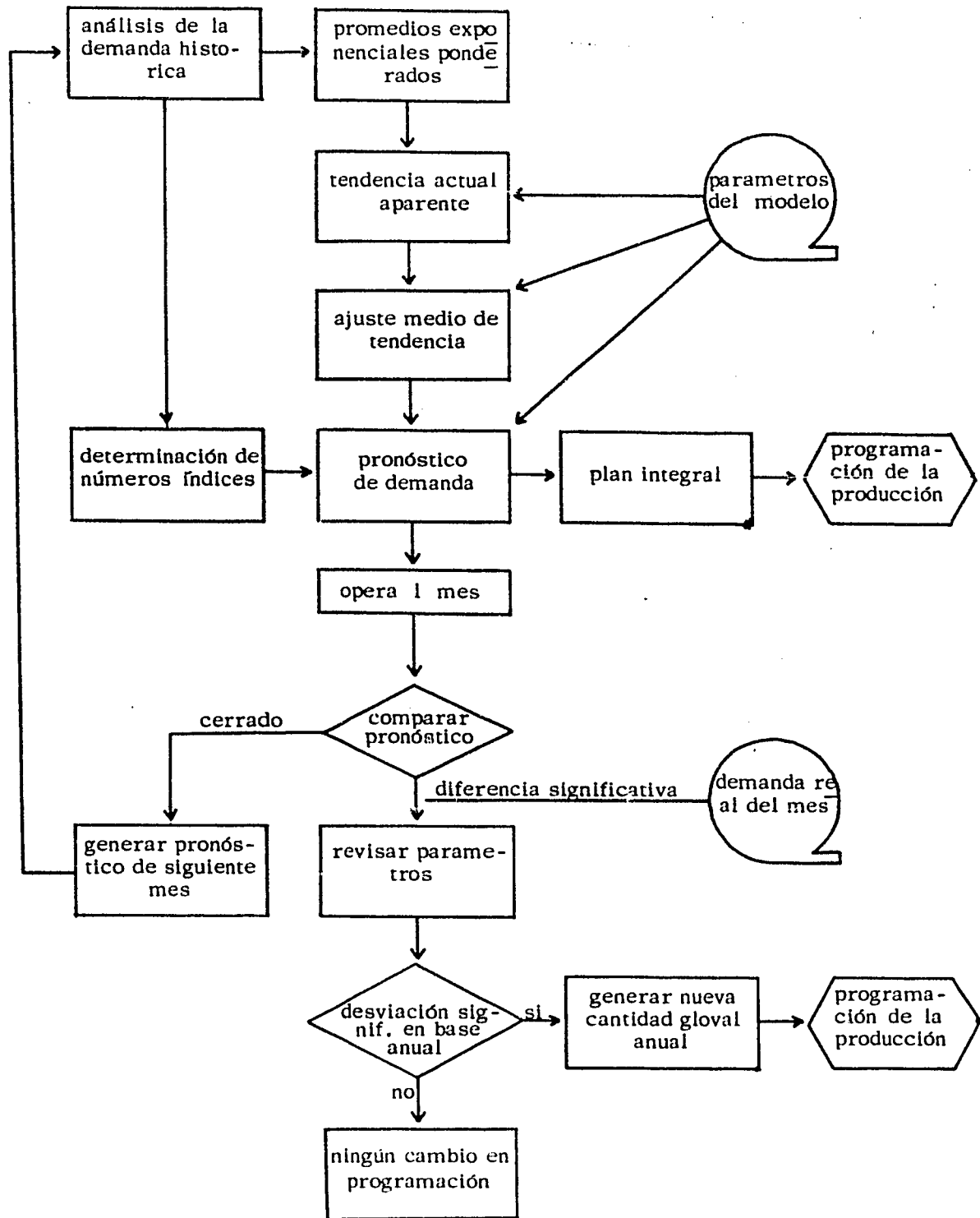
4) Las variaciones al azar constituyen uno de los principales problemas de cualquier tipo de demanda en que se presentan y el modelo deberá seguir las variaciones de acuerdo con las

características de la demanda, pero descontando en todo lo posible los efectos de las variaciones al azar, ya que las razones de estas variaciones no se definen con precisión y en ocasiones se desconocen. Por lo tanto, el modelo deberá absorber en su tendencia promedio, al menos en parte, dichas variaciones. Actualmente la me jo r respuesta a estos requerimientos son dados a través de los Pro me dios Ex po n e n c i a l e s P o n d e r a d o s.

En la Fig. No. 2 presentamos un diagrama que muestra la secuencia de aplicación del mismo. En la Tabla No. 1 desar ro l l a m o s el método calculando las cantidades pronosticadas para un ensamble de televisión y al final, en el Anexo 1, desarrollamos las ecuaciones que integran el método al que hacemos referencia.

En relación a la Tabla No. 1 en la columna (1) transcribimos la fecha en que se presentó la demanda real anotada en la columna (2) misma que aparece ajustada exponencialmente en la columna (3) formando los pronósticos promedio calculados - que incluyen todos los datos pasados y ponen de relieve los datos más recientes. La columna (4) indica la tendencia actual aparente de un período al otro la cual transcribimos en la columna (5) ya ajustada exponencialmente. En la siguiente columna pre-

FIG. No. 2 DIAGRAMA DE OPERACION DEL MODULO DE PRONOSTICO



sentamos la demanda esperada para el período en curso. En la columna (7) aparece el cálculo para el siguiente mes que graficamos comparativamente con la demanda real en la Gráfica No. 2. Finalmente en la columna (8) de la Tabla No. 1 pronosticamos la demanda para el siguiente año.

Al graficar el pronóstico de demanda calculado en la columna (8) para N' periodos observamos que se comportaba como un promedio de la tendencia de las demandas futuras no reflejando por lo tanto las variaciones de tipo estacional que se habían determinado al analizar la demanda histórica, por lo anterior fue necesario hacer un tercer ajuste a los datos de demanda pronosticada, recurriendo a la aplicación de los Números Indices (ver Tabla No. 2).

La fórmula que usamos para obtener los Números Indices es:

$$\text{Nos. Indices } I_b = \frac{\bar{Y}_m}{\bar{Y}_t} \text{ en donde:}$$

\bar{Y}_m = al promedio de la sumatoria mensual de las ventas reales.

\bar{Y}_t = al promedio de la sumatoria total de las ventas reales.

El resultado de la aplicación de la fórmula aparece en la columna (7) de la Tabla No. 2. A partir de estos números -

TABLA No. 1.- CALCULO DE LAS CANTIDADES PRONOSTICADAS PARA EL ENSAMBLE TL-123 (Modelo Novel) CONSIDERANDO LA DEMANDA MEDIA DE PRONOSTICO Y EL AJUSTE MEDIO DE TENDENCIA ($\alpha = 0.3$)

(1) Fecha	(2) Demanda	(3) Promedio de Pronóstico $\bar{F}_t = \frac{\alpha D_t + (1-\alpha)\bar{F}_{t-1}}$	(4) Tendencia Actual Aparente $\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}$	(5) Ajuste Medio de Tendencia $\bar{T}_t = \frac{\alpha (\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}) + (1-\alpha)\bar{T}_{t-1}}$	(6) Demanda Esperada $E(D_t) = \bar{F}_t + \frac{(1-\alpha)\bar{T}_t}{\alpha}$	(7) Pronóstico para el Período t+1 $D_{t+1} = \bar{F}_t + \frac{1}{\alpha}\bar{T}_t$	(8) Pronóstico para n Períodos $D_{t+n} = \bar{F}_t + (\frac{1}{\alpha} + n - 1)\bar{T}_t$
Inicial	1 000	*836					
1979 :							
Jun.	850	885.0	- 15.0	- 4.5	874.5	---	
Jul.	1 050	934.5	49.5	11.7	961.7	870.0	
Ago.	1 000	954.1	19.6	14.0	986.7	973.4	
Sep.	850	922.8	- 31.3	.4	923.7	1 000.7	
Oct.	900	915.9	- 6.9	- 1.7	911.9	924.1	
Nov.	950	926.1	10.2	1.8	936.2	910.2	
Dic.	1 000	948.2	22.1	7.8	966.3	932.0	
1980 :							
Ene.	1 100	993.7	45.5	19.1	1 038.2	974.1	
Feb.	1 140	1 037.5	43.8	26.5	1 099.2	1 057.3	
Mar.	950	1 011.2	- 26.3	10.6	1 035.8	1 125.7	
Abr.	1 160	1 055.8	44.6	20.8	1 104.2	1 046.4	
May.	1 100	1 069.0	13.2	18.5	1 112.1	1 125.0	
Jun.	1 140	1 090.3	21.3	19.3	1 135.2	1 130.6	
Jul.	1 200	1 123.2	32.9	23.3	1 177.4	1 154.5	
Ago.	1 220	1 152.2	29.0	25.0	1 210.4	1 200.7	
Sep.	1 190	1 163.5	11.3	20.8	1 211.9	1 235.4	
1981 :							
Ene.	.....						1 339.7
Feb.	.....						1 374.2
Mar.	.....						1 408.7
Abr.	.....						1 443.2
May.	.....						1 477.7
Jun.	.....						1 512.2
Jul.	.....						1 546.7
Ago.	.....						1 581.2
Sep.	.....						1 615.7
Oct.	.....						1 650.2
Nov.	.....						1 684.7
Dic.	.....						1 719.2

* arbitrario

GRAFICA No. 2 COMPARACION ENTRE EL PRONOSTICO Y LA DEMANDA REAL DEL ENSAMBLE TL - 123 (Novel)

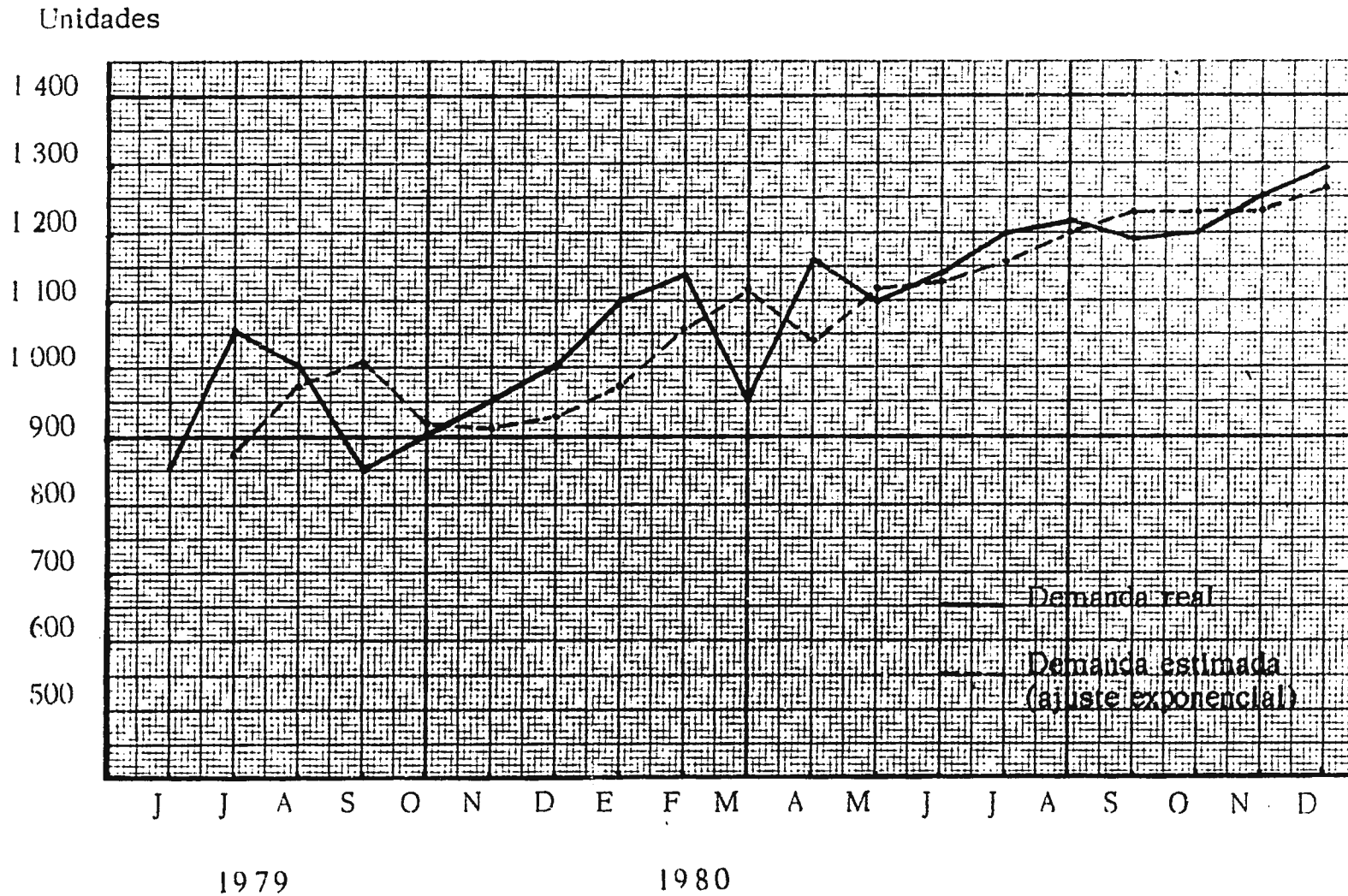


TABLA No. 2.- CALCULO DE NUMEROS INDICES Y AJUSTE AL PRONOSTICO OBTENIDO EXPONENCIALMENTE
PARA OBTENER EL DEFINITIVO.

(1) Clave y Modelo	(2) Mes	(3) Ventas Reales			(4) Total (78-80)	(5) \bar{Y}_m Mensual	(6) \bar{Y}_t Serie	(7) Números Indices	(8) Ajuste Ex ponencial $D_t + n$	(9) Pronos. Ventas 1981
		1978	1979	1980						
TL-123 Novel	Ene.	618	650	1 100	2 368	789.33	944.611	0.8356	1 339.7	1 119
	Feb.	686	710	1 140	2 536	845.33	944.61	0.8948	1 374.2	1 229
	Mzo.	710	890	950	2 550	850.00	944.61	0.8998	1 408.7	1 267
	Abr.	844	920	1 160	2 924	974.66	944.61	0.9691	1 443.2	1 398
	May.	860	935	1 100	2 895	965.00	944.61	1.0210	1 477.7	1 477
	Jun.	730	850	1 140	2 720	906.60	944.61	0.9597	1 512.2	1 451
	Jul.	730	1 050	1 200	2 980	993.30	944.61	1.0515	1 546.7	1 625
	Ago.	760	1 000	1 220	2 980	993.30	944.61	1.0515	1 581.2	1 662
	Sep.	785	850	1 190	2 825	941.60	944.61	0.9968	1 615.7	1 609
	Oct.	875	900	1 200	2 975	991.66	944.61	1.0498	1 650.2	1 732
	Nov.	913	950	1 250	3 113	1 037.60	944.61	1.0984	1 684.7	1 849
	Dic.	850	1 000	1 290	3 140	1 046.60	944.61	1.1079	1 719.2	1 904
KN-238 Cosmos	Ene.	1 350	1 810	2 680	5 840	1 946.66	2 183.75	0.8914	2 261.7	2 016
	Feb.	1 420	1 720	2 520	5 660	1 886.66	2 183.75	0.8639	2 421.6	2 092
	Mzo.	1 560	1 850	2 250	5 660	1 886.66	2 183.75	0.8639	2 481.8	2 144
	Abr.	2 000	2 150	2 500	6 650	2 216.66	2 183.75	1.0150	2 870.0	2 913
	May.	2 130	2 460	2 640	7 230	2 410.00	2 183.75	1.1036	2 836.2	3 130
	Jun.	1 600	2 250	2 550	6 400	2 133.33	2 183.75	0.9769	2 554.0	2 495
	Jul.	1 750	2 400	2 575	6 725	2 241.66	2 183.75	1.0265	2 523.2	2 590
	Ago.	1 580	2 370	2 400	6 350	2 116.66	2 183.75	0.9692	2 557.8	2 479
	Sep.	1 700	2 000	2 580	6 250	2 093.33	2 183.75	0.9585	2 883.7	2 764
	Oct.	1 850	2 340	2 620	6 810	2 270.00	2 183.75	1.0390	2 920.2	3 034
	Nov.	2 200	2 450	2 760	7 410	2 470.00	2 183.75	1.1310	3 329.8	3 766
	Dic.	2 250	2 500	2 850	7 600	2 533.33	2 183.75	1.1600	3 242.3	3 761

índices es posible reflejar la estacionalidad en la demanda obtenida en la columna (8) de la Tabla No. 1, constituyendo éste el tercer ajuste de demanda al multiplicar las columnas (7) y (8) de la Tabla No. 2. Finalmente en la columna (9) obtenemos el pronóstico de ventas a usar en el plan integral.

Antes de iniciar el desarrollo del Plan Integral, es conveniente establecer la necesidad y uso del mismo ya que toda empresa necesita planear sus actividades de tal forma que pueda ajustar óptimamente los factores que tiene bajo su control en relación con los factores de naturaleza incontrolable.

En el primer grupo de factores podemos identificar los siguientes: objetivos, planes, políticas, tipo y tamaño de organización y productos. Dentro de los factores incontrolables para la empresa tenemos: leyes, tecnología, economía, cultura, canales de distribución y mercados.

Los cambios de los factores mencionados son de muy diversas duraciones y así tenemos por ejemplo que los cambios en los canales de distribución son lentos, al igual que la cultura y mercados, no así los cambios en las leyes, tecnología y economía ya que pueden llegar a ser intempestivos.

La diversidad de horizontes de tiempo necesarios para que sucedan cambios importantes en los factores incontrolables - puede originar que la empresa reaccione tardíamente ante dichos cambios causando esto graves problemas que pueden poner en peligro la existencia de una empresa. Ante esta situación, las empresas han reconocido la necesidad de planear y de hacerlo en forma sistemática.

Por lo anterior los horizontes de tiempo se asocian comunmente a tres niveles diferentes de planeación.

A. Planes a Largo Plazo. En los que se establecen tamaño de instalaciones y su localización, así como cambios en los productos y en los mercados; suponen normalmente mayores inversiones de capital y comprometen a la dirección en objetivos no fáciles de cambiar, además, dichos planes implican muchos supuestos poco precisos.

B. Planes a Mediano Plazo ó Integrales. En estos se definen con mayor precisión y más detalladamente los factores establecidos en los planes a largo plazo y abarcan períodos de 6 a 12 - meses. Aquí se hacen ajustes a factores tales como tamaño de la fuerza de trabajo, tasas de producción, niveles de inventario.

Por otra parte, en dichos planes se definen con precisión la introducción a producción de nuevos productos e igualmente la eliminación de productos de línea o de ensambles. Además tienen como objetivos volver racional la actividad productiva, mediante la asignación óptima de los recursos, la estabilidad operativa de la empresa y el logro de utilidades.

C. Planes a Corto Plazo ó Planes de Operación. La elaboración de dichos planes se hace a partir de los planes integrales y aquí deben quedar bien establecidos factores tales como niveles de producción de todas las líneas de ensamble, asignación y balanceo de cargas de trabajo, así como de hombres y máquinas disponibles. Además, son la base para evaluar aspectos de productividad y eficiencia.

Independientemente del horizonte de tiempo al que este asociado un plan, este debe considerar los componentes de la demanda para hacer racional el proceso de la planeación, considerando en todo momento que dichos horizontes deben ser representativos antes que específicos y rígidos.

Hemos mencionado los horizontes de tiempo a los que se asocian comunmente la planeación y la necesidad de la misma pero dado que pretendemos enfocar nuestros esfuerzos al aspecto operao

tivo de un sistema, únicamente estudiaremos la planeación a partir de los planes integrales, ya que mediante ellos pretendemos lograr la materialización de la planeación dentro del sistema Producción-Ventas. Como consecuencia de lo anterior, en los planes integrales se definen y cuantifican las actividades clave dentro de estos sistemas como son: volúmenes de ventas, volúmenes de producción, niveles de inventarios y capacidades instaladas (maquinaria, equipo y fuerza de trabajo). Todas estas actividades son asignadas a un recurso clave que es el tiempo, de ahí que los planes integrales revisten una vital importancia para todas las áreas de la empresa; aquí veremos algunas que tienen una intervención directa en su implementación.

AREA DE FINANZAS. Es el departamento que controla por medio de los presupuestos necesarios la ejecución del plan financiero, por lo que se requiere de su aprobación previa para iniciar cualquier actividad, ya que los planes integrales originan la creación de proyectos que requieren se les asignen presupuestos, tal es el caso de la construcción de nuevas instalaciones o la creación de nuevos ensambles.

AREA DE INGENIERIA DE MANUFACTURA. Es responsable de implementar los planes integrales en lo que a capaci-

dades instaladas se refiere. Hace estudios de distribución de planta, montaje y balance de líneas de producción, así como también determina el equipo, maquinaria y herramientas necesarias. Además establece los procesos de fabricación y de mantenimiento en general a las instalaciones.

Para llevar a cabo lo anterior se requiere de tiempo, estudios técnicos y la realización y coordinación de un gran número de actividades que pueden originar la creación de proyectos especiales. Pero en general podemos decir que la responsabilidad de Ingeniería de Manufactura es proveer las capacidades necesarias para la realización de los planes integrales y definir a partir de que momento están en condiciones de ser usadas.

Es indispensable que Ingeniería de Manufactura cuente con información confiable, de carácter formal y con la anticipación necesaria. La información con las características mencionadas la puede obtener directamente de los planes integrales.

AREA DE RECURSOS HUMANOS. El poder disponer -- del personal necesario de acuerdo con los requerimientos de los planes integrales constituye una de las actividades más difíciles de la empresa y que requieren ser debidamente planeadas, ya que el tamaño de la fuerza de trabajo es un recurso que no se puede -

cambiar intempestivamente por razones de tipo económico, pero - sobre todo porque es aquí en donde en parte se refleja una de las principales funciones de la empresa que es la de tipo social y para cumplir con ella, las empresas deberán ofrecer seguridad y posibilidades de desarrollo a su personal.

Aunado a lo anterior, también es de vital importancia la calidad de la fuerza de trabajo ya que es imprescindible para poder operar eficientemente, por lo que el departamento de recursos humanos deberá dar capacitación y desarrollo al personal lo que no es posible lograr fácil ni rápidamente. De los aspectos mencionados es fácil apreciar lo complejo que resulta el que ésta área pueda disponer del personal adecuado según las variaciones de los planes integrales.

AREA DE ABASTECIMIENTOS. Normalmente uno de los principales problemas de las empresas es disponer de los materiales necesarios para poder cumplir con sus planes de producción.

Esta área es la responsable de traducir los planes integrales a materiales y de disponer de ellos en el momento oportuno, en las cantidades requeridas, en el lugar apropiado y de la calidad necesaria. Además, es indispensable mantener un flujo controla-

do de materiales de acuerdo con los ajustes que sufran los planes.

Lo anterior es fácil de expresar, pero en su realización es necesario conjugar una gran cantidad de recursos que integran complejos sistemas administrativos, en donde las funciones deben estar perfectamente definidas y la información debe ser oportuna y confiable, lo cual es difícil por la diversidad de materiales, los problemas de control, manejo y almacenamiento de los mismos, - la reprogramación de los pedidos, las relaciones con los proveedores, los cambios de precios, etc.

En esta área normalmente hay actividades críticas por el volúmen de datos que se manejan y porque la realización de dichas actividades no está totalmente bajo el control de la empresa, ya que influyen factores externos y por lo tanto incontrolables para la misma, tales como restricciones a las importaciones, cambios de precios, problemas de los proveedores, etc.

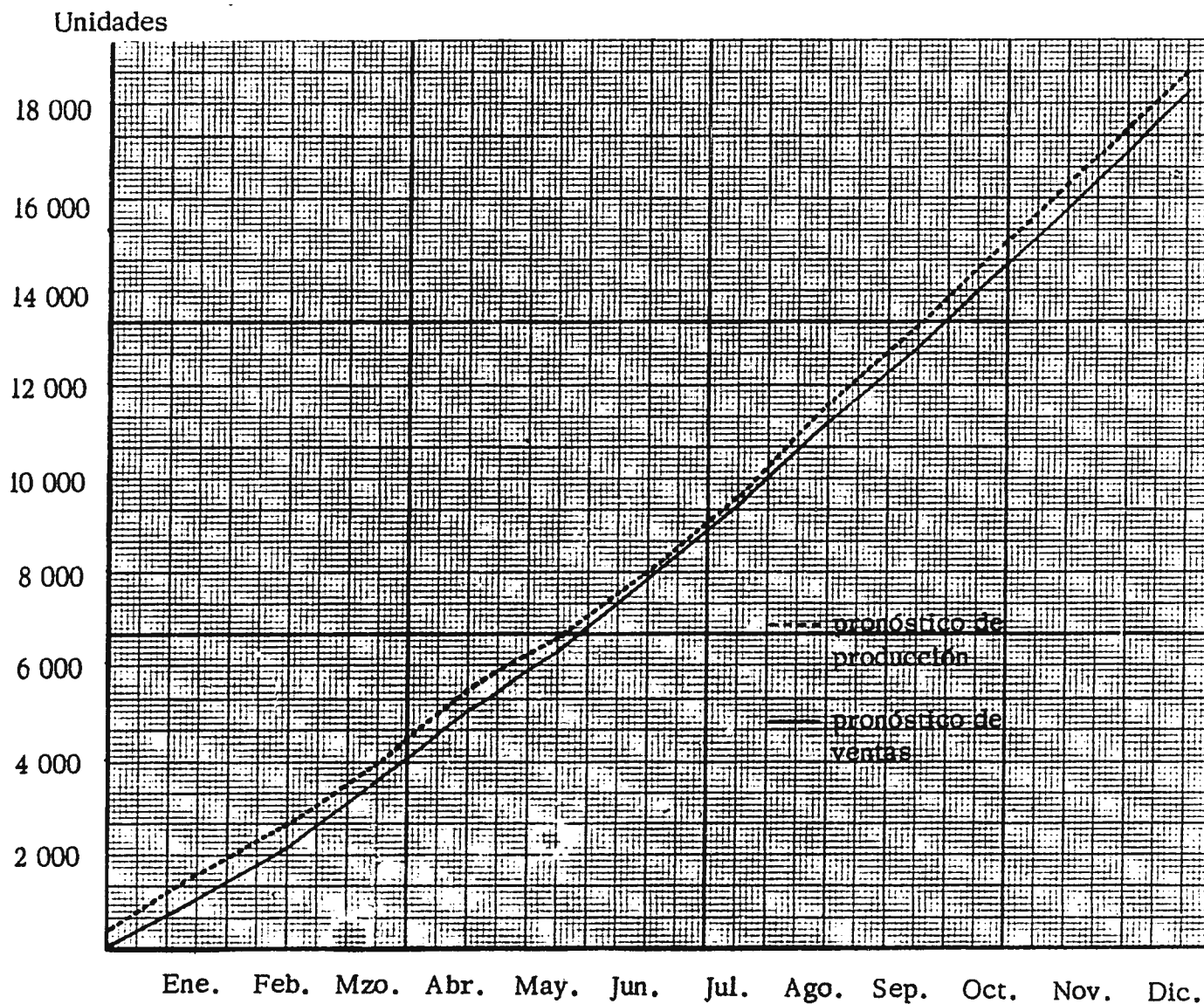
Ante la problemática expuesta resulta fácil apreciar la - necesidad de tener una adecuada organización que opere teniendo - como base una eficiente planeación que prevea los futuros cambios en el abastecimiento de materiales que pudieran afectar la realización de los planes integrales.

AREA DE CONTROL DE LA PRODUCCION. Es en ésta área en donde se originan los planes integrales como resultado de estudios cualitativos y cuantitativos que nos permitan un conocimiento completo de las variables controlables e incontrolables que afectan el funcionamiento de las empresas. Es en éste punto en donde Control de la Producción tiene que elegir entre las siguientes alternativas que le permitan estructurar su planeación:

- a) Inventarios
- b) Magnitud de la fuerza de trabajo
- c) Tasa de Producción o capacidad instalada
(tiempo extra y tiempo ocioso)
- d) Productos complementarios
- e) Subcontratación
- f) Expansión del horizonte de planeación

Las alternativas anteriores o la combinación de varias de ellas deberán ser debidamente analizadas en el momento de estructurar un plan integral y a partir de los datos del pronóstico de ventas que hemos estudiado. Por otra parte, ésta área debe tener el control operativo que le permita implementar adecuadamente la realización de los planes y programas así como la retroalimentación de datos necesaria para las correcciones de los mismos.

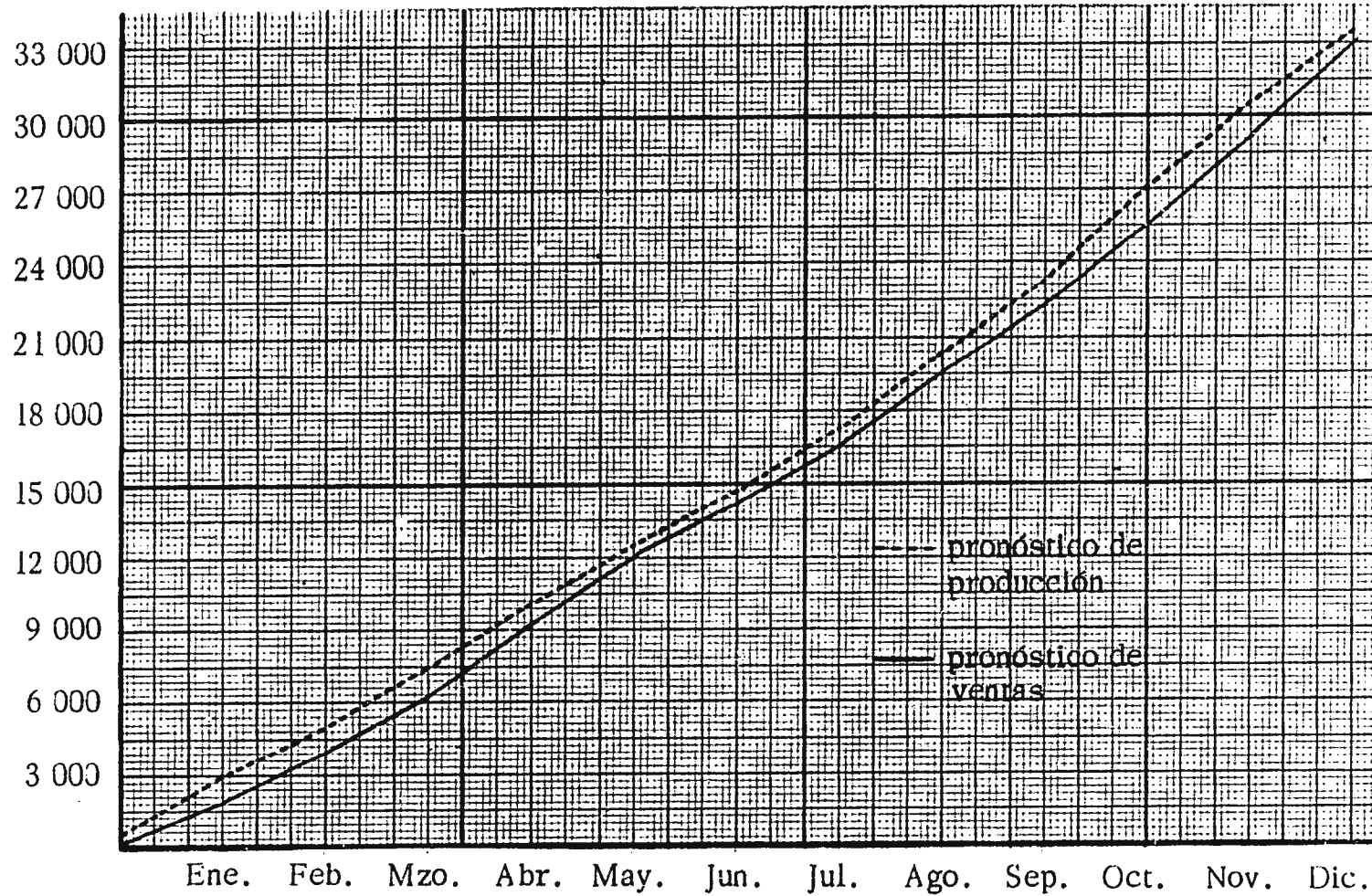
GRAFICA No. 3.- PLAN INTEGRAL DEL MODELO TL - 123 (Novel)



Considerando las alternativas expuestas y los datos de demanda obtenidos a través del ajuste exponencial ponderado y los números índices, finalmente en las gráficas números 3 y 4 ejemplificamos el comportamiento de los niveles de producción, ventas e inventarios obtenidos a partir del plan integral (ver Tabla No. 3) en donde proponemos algunos ajustes a la capacidad instalada como solución para satisfacer la demanda así como planeando los inventarios de producto terminados al final de cada período, de tal forma que los niveles de existencias sean mínimos para disminuir los costos asignados a los mismos, ya que confiamos en que las variaciones de la demanda serán adecuadamente reflejadas en el modelo de pronóstico para poder hacer ajustes a partir de las alternativas mencionadas.

GRAFICA No. 4.- PLAN INTEGRAL DEL MODELO KN - 238 (Cosmos)

Unidades



C A P I T U L O I I

MODULO: PLANEACION DE REQUERIMIENTOS

M O D U L O I I

PLANEACION DE REQUERIMIENTOS

Se considera que existen dos sistemas para administrar los inventarios estos son: el Método Estadístico y la Planeación de Requerimientos.

En el primer caso los niveles de inventarios se determinan de acuerdo a los datos históricos de los consumos de cada uno de los materiales y en forma independiente de las partes y ensamblajes con que serán procesados y atendiendo a sus tiempos de entrega se determinan puntos de reorden e inventarios de seguridad y - en algunos casos se ordenan lotes económicos, aún cuando el método se basa en datos estadísticos tiene los siguientes inconvenientes:

a) El sistema se considera sin respuesta, ya que cuando algún material llega a su punto de reorden, este es pedido, aun cuando no sea necesario.

b) Como consecuencia del punto anterior la generación de materiales obsoletos e inventarios desbalanceados es frecuente.

c) No se tiene siquiera una idea de las prioridades actualizadas de los materiales faltantes en relación con los programas de producción.

d) La substitución de partes en los procesos de fabricación y los cambios de programación pueden originar faltantes que afecten la producción.

La Planeación de Requerimientos no se basa en datos históricos de los consumos de materiales para determinar los niveles de existencias, ya que para dicho cálculo, parte del Plan Integral de Producción, en donde se determinan los ensambles que serán procesados y la eficiencia esperada en las líneas de producción y mediante las listas de partes de dichos ensambles, proyecta los futuros requerimientos de materiales para cumplir con el plan de producción. Lo anterior significa traducir los volúmenes de producción determinados para cada periodo en el plan integral a necesidades de materiales partiendo del nivel cero al nivel N de ensamble. Así si algún ensamble es suspendido, sus componentes no serán requeridos para su compra, principalmente los exclusivos, - evitando así las obsolescencias, además el método prevee los cambios de programación obteniendo las listas de partes faltantes con sus respectivas prioridades actualizadas.

Consideramos que dada la naturaleza de nuestros productos caracterizados por una gran cantidad y variedad de componentes, así como cambios en el diseño de los mismos es convenien

te la aplicación de la Planeación de Requerimientos.

Al implantar un sistema de Planeación de Requerimientos es de suma importancia tener presentes los siguientes aspectos:

1o. Actualmente la planeación de requerimientos requiere del uso de procesadores electrónicos para una actualización oportuna de la información.

2o. La forma en que se inicia su implantación es usando una línea de productos que tiene pocas partes intercambiables con otras líneas. El limitar el alcance del programa, significa menos problemas iniciales de los que habrán de ocuparse.

3o. El número de cambios en los productos introducidos simultáneamente con la Planeación de Requerimientos deben ser mínimos.

4o. Es importante hacer en el tamaño de los lotes y tiempos de entrega planeados pocos cambios tantos como sea posible en los estados primarios de implantación del sistema, esto para minimizar los efectos sobre la planta.

5o. El problema mayor al introducir la Planeación de Requerimientos será indudablemente la necesidad de reprogramar las ordenes de manufactura y compra ya liberadas, ya que ninguna

compañía desearía interrumpir drásticamente el flujo de pedidos a los proveedores o sus propias facilidades de manufactura. Por lo tanto, se deberán hacer planes para eliminar gradualmente los errores que pudieran presentarse.

60. La Planeación de Requerimientos de materiales es un análisis ordenado, que requiere comprensión de la variedad de acciones disponibles por parte de quienes administran el inventario ya que el sistema simplemente informa a los planeadores sobre la información relacionada con las decisiones, por lo tanto, ellos deberán entender el origen y uso de la información proporcionada, así como a que alternativas pueden recurrir. El inicio del uso de la Planeación de Requerimientos deberá ser hecho muy cuidadosamente.

Dada la gran complejidad en el manejo de la información masiva, y en la necesidad de que esté a tiempo por ser tan cambiante el proceso de producción se ha recurrido al desarrollo de procedimientos electrónicos.

Para la implementación de esta parte computarizada es necesario implementar los archivos de datos que nos permitirán desarrollar el sistema.

Los archivos desarrollados son los siguientes:

A. Archivo Maestro de Materiales. - Comprende el registro de todos los componentes necesarios para el proceso productivo. La información que contiene es la mostrada en registros de inventarios por clave de material, descripción del material, unidad de control, origen del material, clave del comprador, almacén de entrega, centro de fabricación (por ejemplo los ensambles), cantidad disponible, nuevos recibos, nivel de calidad histórico, entradas, salidas, fechas de alta, fecha de último movimiento, y porcentaje de desperdicio esperado.

B. Archivo de Estructura del Producto. - Este archivo contiene las listas de materiales que unen a los componentes que forman el producto; las listas de materiales son una parte vital del sistema de planeación. Ya que la planeación de requerimientos está orientada hacia el producto, requiere de conocimientos precisos y actualizados de como los componentes son usados. La información que contiene este archivo es la siguiente: número de ensamble, clave y descripción de los componentes, número de veces o cantidad por ensamble, fecha de alta de los componentes, número de documento fuente, para dar de alta y clave que indica si la alta es definitiva o temporal, tiempo estandar y costo de cada

componente y del ensamble.

C. Archivo de Ordenes de Producción (Back Order) .-

Contiene las ordenes de manufactura en la planta, este archivo es uno de los más difíciles para mantener actualizados, el problema es determinar cuando las ordenes están terminadas.

La información contenida en las ordenes de trabajo es :
Número de la orden, clave del material, cantidad a producir, descripción del material, fecha de entrega, centro de trabajo al que se asigna.

D. Plan Integral .- Este documento muestra las necesidades periódicas de ensambles para los artículos finales que generarán los requerimientos completos del mismo. Este plan se implementa a partir del pronóstico (ver Tabla No. 3).

Las cantidades indicadas en el Plan no deberán representar cantidades deseadas del producto para envío o para entrada al inventario. Deberá representar el conjunto de partes que se deseen ensamblar en cada período. Frecuentemente las personas encargadas de desarrollar el Plan Integral incluyen ensambles y cantidades de los mismos que a ellos les gustaría que fuesen ensamblados, tratando de presionar a producción y a los departamentos --

TABLA No. 3.- PLAN INTEGRAL DE PRODUCCION

Modelo	Mes / días	Inv. Inicial	Prod.	Vtas.	Inv.	Productividad	Unidades
TL-123 (Novel)	Ene. (21)	300	1302	1119	483	90%	62 x día
	Feb. (18)	-	1116	1229	370	"	"
	Mzo. (22)	-	1364	1267	467	"	"
	Abr. (22)	-	1364	1398	433	"	"
	May. (20)	-	1240	1477	196	"	"
	Jun. (22)	-	1364	1451	109	"	"
	Jul. (22)	-	1694	1625	178	81%	77 x día
	Ago. (22)	-	1914	1662	430	90%	87 x día
	Sep. (19)	-	1653	1609	474	"	"
	Oct. (21)	-	1827	1732	569	"	"
	Nov. (21)	-	1827	1849	502	"	"
	Dic. (19)	-	1653	1904	251	"	"
KN-238 (cosmos)	Ene. (21)	600	2415	2016	999	90%	115 x día
	Feb. (18)	-	2070	2092	977		"
	Mzo. (22)	-	2530	2144	1363		"
	Abr. (22)	-	2530	2913	980		"
	May. (20)	-	2300	3130	150		"
	Jun. (22)	-	2530	2495	185		"
	Jul. (22)	-	2530	2590	125		"
	Ago. (22)	-	3080	2479	726	85%	140 x día
	Sep. (19)	-	3135	2764	1097	90%	165 "
	Oct. (21)	-	3465	3034	1528		"
	Nov. (21)	-	3465	3766	1227		"
	Dic. (19)	-	3135	3761	601		"

(249)

que le prestan servicio, en lugar de incluir aquellos ensambles - que realmente es posible procesar, "mintiendo al sistema" ordenan materiales que no serán usados, consumen materiales en las áreas de proceso que no fueron pedidos, disminuyendo las posibilidades futuras de ensamble y haciendo excesiva expeditación con resultados mínimos. Esto no solo infla los inventarios, sino que -- además de desbalancearlo distorcionan las prioridades reales.

En relación con los archivos mencionados es necesario hacer algunas observaciones adicionales que consideramos de importancia en el uso de la información contenida en los mismos.

En el Archivo Maestro deberá quedar definida con presición la naturaleza de los materiales, por ejemplo: origen, lugar de entrega, comprador, etc., para evitar errores en el uso de esta información. La misma consideración de precisión en los re -- gistros, deberá ser hecha para todos los demás archivos, por lo - que es necesario tener un conducto formalmente establecido para la actualización de la información.

Cabe hacer algunas consideraciones de la forma en que las listas de materiales serán manejadas. En cuanto a la estructura del producto (BOM) como hemos mencionado, un nuevo modelo para producción simplemente es alguno de los ensambles exis--

tentes con ciertas modificaciones en el funcionamiento y mas generalmente solo en la apariencia. Esto lo apreciamos al considerar que existen líneas de productos por ejemplo: línea de televisión de 18 y 24 pulgadas, blanco y negro o color, originando que en cada línea de producto se manejen los mismos ensambles con algunas variaciones; así tenemos que las listas de materiales de esos ensambles están constituídas básicamente de partes comunes y partes exclusivas como podemos apreciar en la Tabla No. 4.

Al cargar las listas de materiales en el BOM lo podemos hacer de dos formas:

1) Cargar las listas de materiales tal como ingeniería las emite tratando de definir completamente el producto o sea, cargar por ensambles; de esta manera como observamos en la parte - A de la Tabla No. 4 obtendríamos un total de 760 componentes cargados.

2) Estructurar el BOM en forma modular, o sea, crear un módulo de las 200 partes comunes y además otro para las partes exclusivas de cada ensamble de esa línea de chasises lo que nos daría un total de 360 componentes cargados que definen los mismos tres ensambles. Inmediatamente podemos apreciar las ventajas que resultan de estructurar el BOM en forma modular y que podrían ser las siguientes:

TABLA No. 4.- FORMAS DE ESTRUCTURAR EL BOM

A				B				
ESTRUCTURA POR ENSAMBLES				ESTRUCTURA MODULAR				
código de chasis	partes comunes	partes exclusivas	total de componentes	módulo general	componentes	clave de módulo individual	componentes por módulo	total
28-6020	200	50	250			201	50	
28-6020	200	60	260	20 BN	200	202	60	
26-3014	200	50	250			203	50	
TOTAL	600	160	760		200		160	360

a) Tendríamos perfectamente identificadas las partes exclusivas de todos los ensambles, que serán en la mayoría de los casos los que determinarán la entrada a producción de los mismos.

b) Podemos hacer combinaciones con los módulos y satisfacer rápidamente los cambios solicitados por ventas sin afectar los procesos de fabricación.

Así si se requiere saber los materiales necesarios para la producción de algún ensamble se siguen los siguientes pasos:

1) Definir las características del ensamble.

Ejemplo: T.V. color, controles deslizables, de 24 pulgadas, en color negro con chasis híbrido (bulbos y transistores).

2) Cada característica se identifica con los módulos de la Tabla No. 5.

Ejemplo: T.V. color de 24 pulgadas = TC

Controles deslizables = 6D

Color negro = 24 GC - 6 ND

Chasis híbrido = 30 TC - 408

3) La clave para explorar los módulos que definen totalmente al producto es:

TC - 6D - 24GC - 6ND - 30TC - 408

Con la clave anterior se explotan los componentes del modelo del nivel cero a nivel N.

Finalmente para lograr una correcta implementación del sistema de Planeación de Requerimientos es necesario tener muy presentes los siguientes aspectos que ya hemos comentado y que son los que determinan el éxito o fracaso en el uso de esta técnica y son:

- 1.- Precisión en los registros del inventario.
- 2.- Estructura adecuada de listas de materiales
- 3.- Precisión de las mismas.
- 4.- Grado de control de los usuarios.
- 5.- Plan Integral bien estructurado.
- 6.- Evitar sofisticaciones inútiles.

TABLA No. 5.- ESTRUCTURA MODULAR DE PRODUCTOS

MODELOS	ENSAMBLES FINALES	G A B I N E T E S C O L O R				CHASIS COLOR 30 TC	G A B I N E T E S B L A N C O Y N E G R O						CHASIS BLANCO Y NEGRO 20 BN
		blanco desli.	negro desli.	blanco rot.	negro rot.		blanco rot.	negro rot.	coral rot.	blanco desli.	negro desli.	coral desli.	
ByN 14"	MI 1D 1R						14 GB						201
ByN 18"	KN 2D 2R						18 GB						202
ByN 24"	PS 3D 3R						24 GB						203 204
COLOR 18"	TL 5D 5R	18 GC				405							
COLOR 24"	TC 6D 6R	24 GC				406 408							
		5BD	5ND	5BR	5NR		1BR	1NR	1CR	1BD	1ND	1CD	
							2BR	2NR	2CR	2BD	2ND	2CD	
							3BR	3NR	3CR	3BD	3ND	3CD	

C A P I T U L O I I I

MODULO: CONTROL DE INVENTARIO

C A P I T U L O I I I

CONTROL DE INVENTARIO

El inventario es un problema común para todas las empresas que fabrican en serie y que manejan una gran diversidad de componentes. Como ambos elementos los encontramos en nuestro caso, la administración del inventario adquiere gran importancia.

Existen en la práctica dos interrogantes fundamentales, con las que habrá de enfrentarse toda aquella persona que tenga a su cargo la responsabilidad de reponer un artículo de existencia. Ambas interrogantes llevan implícita la necesidad de equilibrar factores antagónicos de costo, a fin de reducir a un mínimo el costo total.

La primera pregunta sería ¿hasta que punto debemos permitir que desciendan las existencias antes de formular un pedido?. Al responder a esta pregunta han de considerarse, al menos dos costos en pugna: el costo de las ventas fallidas o el trabajo extra originado por el agotamiento de las existencias y el costo que entraña mantener un inventario mayor del que se necesita, a fin de poder servir la demanda. El único medio para disminuir uno de los costos consiste en aumentar el otro.

Si se decide que es el momento de pedir, entonces nos enfrentamos con la segunda cuestión fundamental ¿cuánto debemos pedir? o, en otras palabras ¿debemos pedir para una semana, para un mes o para un año?. De nuevo se hace preciso ponderar, equilibrar y reducir a un mínimo los costos antagónicos: los costos de incluir un artículo en el inventario y los costos de mantenimiento de ese artículo. Evidentemente, cuando uno de ellos aumenta el otro disminuye.

En la práctica encontramos que son varias las condiciones que impiden el equilibrio en los costos y que tienden a dificultar el control efectivo del inventario. Por ejemplo, el personal de producción tiende a fomentar los excesos de materiales, debido a los elevados costos de cambio de programa que resultan de quedar con el inventario agotado. Los agentes de compras, al intentar minimizar los costos de los materiales, tienden a hacer las compras en grandes cantidades para obtener los descuentos por cantidad. A los proveedores les agrada prometer entregas rápidas y, para satisfacer estas necesidades, los niveles de los artículos terminados pueden ser mayores de los que debieran.

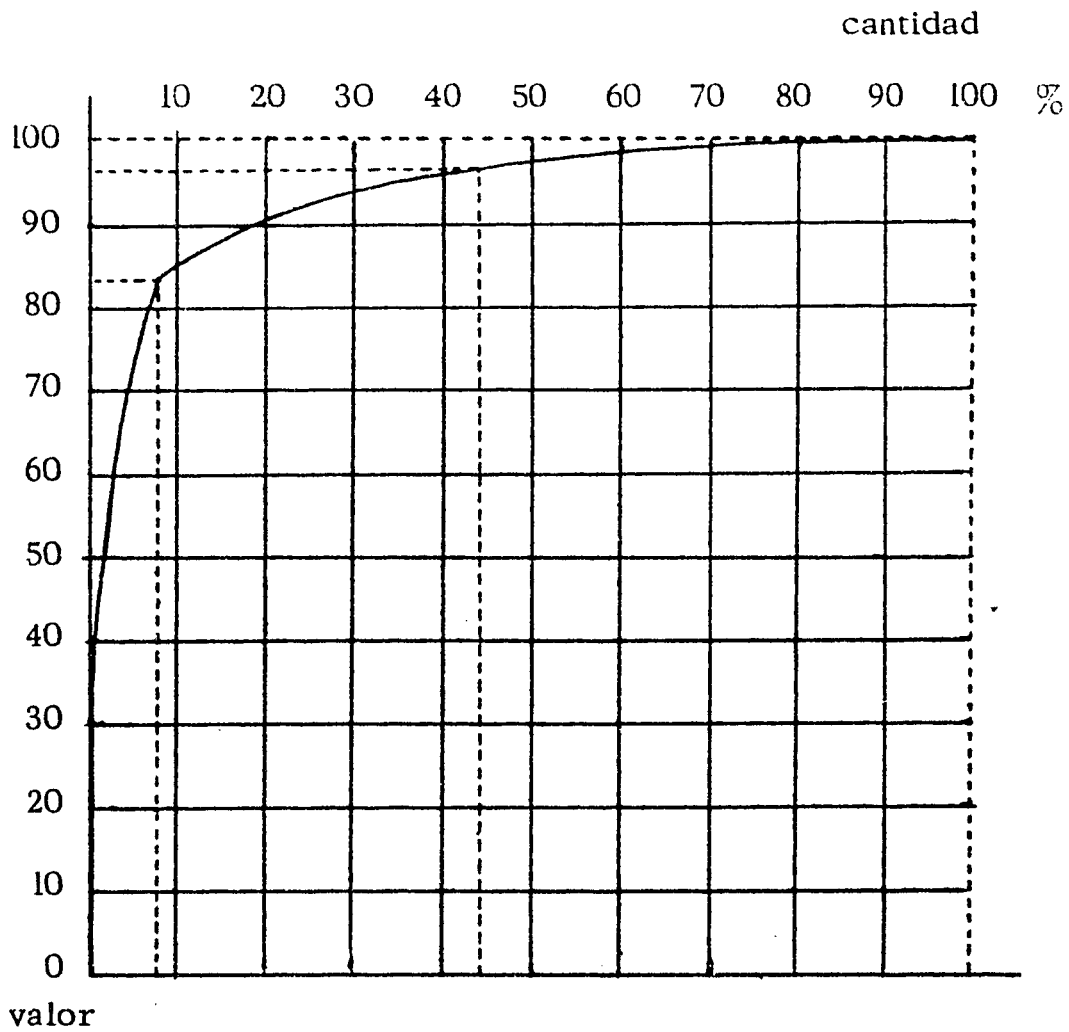
Otra condición que dificulta el control efectivo del inventario es el constante cambio de la relación oferta - demanda que

37-4032	67	11.1	resistencia VARTK	70 515	4.46	314 496.90	207 573 283.88	80.
37-4035	258	43.0	R POT 15 K	18 555	2.80	51 954.00	233 293 566.40	97.4
40-3826	259	43.1	tinta precatalizada	1 565	32.98	51 613.70	233 345 180.10	97.4
35-4038	260	43.3	copa y Po .068	18 555	2.63	48 799.65	233 393 979.75	97.5
P-2014	261	43.5	instructivo	18 555	2.60	48 243.00	233 442 223.18	97.5
75-3048	262	43.6	perilla sint. fina	18 555	2.60	48 243.00	233 490 466.18	97.5
35-2016	263	43.8	coce 39 PF	89 070	.54	48 097.80	233 538 563.98	97.5
73-2038	264	44.0	arillo	159 585	.30	47 875.50	233 586 439.48	97.5
22-1025	265	44.1	bobina	18 555	2.58	47 871.90	233 634 311.38	97.6
75-5091	266	44.3	socket	37 110	1.27	47 129.70	233 681 441.08	97.6
75-6031	267	44.5	conector	37 110	1.24	46 016.40	233 727 457.48	97.6
35-3062	268	44.6	coce 9 PF	70 515	.65	45 834.75	233 773 292.23	97.6
74-3014	269	44.8	terminal	282 060	.16	45 129.70	233 818 421.93	97.6
32-5032	270	45.0	transistor	18 555	2.43	45 088.65	233 863 510.58	97.7
60-8215	271	45.1	pegamento	2 509	17.92	44 961.28	233 908 471.86	97.7
22-1133	272	45.3	bobina	18 555	2.41	44 717.55	233 953 189.41	97.7
74-1016	273	45.5	plug	89 070	.50	44 535.00	233 997 724.41	97.7
60-3022	274	45.6	barniz inmersión trans.	1 502	29.09	43 693.18	234 041 417.59	97.7
80-2075	275	45.8	cable	10 131	4.28	43 360.68	234 084 778.27	97.8
73-2062	276	46.0	blindaje	70 515	.61	43 014.15	234 127 792.42	97.8
37-4036	277	46.1	resistencia 47 K	282 060	.15	42 309.00	234 170 101.42	97.8
35-4036	278	46.3	copo .047	70 515	.60	42 309.00	234 212 410.42	97.8
35-3006	279	46.5	coce 3 PF	89 070	.47	41 862.90	234 254 273.32	97.8
50-1016	599	99.8	liga de hule	7.05	3.74	26.36	239 345 154.38	99.9
90-2030	600	100.0	alambre sold. No. 30	.74	34.76	25.72	239 345 180.10	100.0

hace inexactas las predicciones de las necesidades futuras del inventario. Por último señalaremos que la incapacidad de algunos proveedores para cumplir sus compromisos no solo afecta el control de existencias, sino que crea serios problemas a la producción.

Tomando en cuenta las características del inventario lo hemos clasificado en base a un listado de volúmen de compras anuales ordenando en forma descendente (de mayor a menor). En la Tabla No. 6 mostramos un extracto del listado de materiales distribuidos según su valor. A partir de este listado la labor de análisis se facilita, su lectura pone de manifiesto que un reducido número de artículos acapara una gran proporción del total de las compras puesto que:

- 1.- El 7.8% de los materiales que ocupan el primer lugar en la lista, totalizan el 83.4% de las compras.
- 2.- El 35.3% de los materiales representan el 14% de las compras.
- 3.- Por el contrario, el 56.9% de los artículos que ocupan el pie de la lista solo representan el 2.6% de las compras (ver Gráfica No. 5).



GRAFICA No. 5.- Distribución de los gastos en materiales con respecto a la cantidad suministrada.

Esta relación hace necesario establecer políticas diferentes para cada grupo de materiales. Aquellos cuya aportación al total de compras es en gran proporción, los llamaremos A; los que contribuyen con una proporción muy reducida se clasifican como C, asignándose la categoría B a los que se encuentran comprendidos entre uno y

otro. Los materiales del grupo A se someten a un rígido sistema de control, al que el encargado de compras dedica su atención cons tante. El segundo grupo requerirá de un sistema metódico y rutinario, que solo requiere de atención periódica por parte de compras. En la clase C se emplea un sistema más sencillo, concebido de tal modo que requiera la mínima atención; normalmente se logra con existencias de seguridad elevadas.

Después de considerar medidas de control sobre los materiales, conviene tener presente factores de costo que influyen so bre las decisiones de inventario.

1) Costos de Adquisición. Los costos típicos asociados con la adquisición de materiales incluyen los costos de hacer las requisiciones, de análisis y selección de los proveedores, de redactar las órdenes de compra, del seguimiento de las órdenes, del recibo de los materiales, de su inspección, de su almacenamiento, de poner al día los registros del inventario y de cumplir con el papeleo necesario para completar las operaciones de compra. Aún cuando se hagan requisiciones para materiales que estén dentro de la compañía, existen los costos de adquisición.

Estos costos por lo general son fijos, aunque es cierto

que un pedido grande puede requerir más tiempo y costar más que un pedido más pequeño. Esta situación hace que la persona responsable de la administración del inventario coloque los menores pedidos posibles.

2) Costos Propios del Inventario. Los costos propios del inventario incluyen aspectos tales como: costos por intereses, impuestos, obsolescencia, deterioración, mermas, seguros, almacenamiento, manejo y depreciación. Todos estos aspectos tienen una cosa en común en términos de la administración del inventario: todos estos costos aumentan cuando aumenta el tamaño del promedio del inventario.

Podemos resumir que cuando aumenta la cantidad en el tamaño del lote, disminuyen los costos de adquisición y aumentan los costos propios del inventario. Por lo tanto, lo prudente, desde el punto de vista del control, es usar tamaños de lote que no sean ni muy pequeños ni demasiado grandes. Por fortuna, sabemos que existen fórmulas que ayudan a tomar decisiones respecto a que tamaño de lote minimizará los costos totales.

3) Costos por Fluctuaciones. Una razón más para insistir en un control efectivo del inventario es que las fluctuaciones en la actividad de la producción originan varios tipos de costos que

pueden minimizarse. Para nosotros, los meses de mayor demanda, mayo y diciembre, pudieran presentarse como críticos si no vendemos del inventario creado para solucionar el problema de las fluctuaciones y evitar costos de contratación y entrenamiento.

4) Costos de Oportunidad. Uno de los más importantes de éstos, en términos del control del inventario, es el descuento por cantidad que puede aprovechar el personal responsable de las adquisiciones al pedir el tamaño de lotes grandes. Esta oportunidad, no debe ser mal entendida puesto que en algunos casos no se justifica si los requisitos de producción no justifican grandes compras en determinados componentes.

Otro tipo de costo de oportunidad lo observamos cuando acumulamos inventario de componentes que puedan compararse a los precios actuales por creer que aumentarán en el futuro. Por otra parte, limitaremos las compras en el presente si creemos que los precios bajarán en el futuro.

Por último y no por eso menos importantes examinaremos el costo de perder clientes y crear ineficiencias en la producción. Si los inventarios de materiales son demasiado pequeños, es un hecho que las órdenes de producción se retrasarán respecto a los programas. Cuando esto sucede, ventas no surte a -

tiempo los pedidos. Nuestros clientes pueden reaccionar a esto - cancelando sus pedidos y comprar a la competencia. Si perdemos clientes por esta razón, la compañía no solo pierde la oportunidad de obtener utilidades sobre los pedidos cancelados, sino que también pierde la oportunidad de lograr utilidades sobre los posibles - pedidos futuros.

C A P I T U L O I V

MODULO: PLANEACION DE CAPACIDADES

C A P I T U L O I V

PLANEACION DE CAPACIDADES

Este modulo contiene la información sobre los tiempos de ejecución de las tareas de los procesos de ensamble, que se requieren para planear los cambios a la capacidad operativa de producción modificándola en la magnitud requerida por los volúmenes de ventas reflejados en los planes integrales. La planeación de capacidades implica la coordinación y ejecución de una gran cantidad de actividades, muchas de las cuales son complejas o al menos - muy laboriosas, cuya realización es previa a los cambios de capacidad o consecuencia de dichos cambios. Las actividades involucradas son: diseño de nuevos productos, balance de líneas, asignación de mano de obra e instalaciones, determinar la mezcla de productos. elaborar la programación detallada, establecer los niveles de inventario en todas las faces de proceso (materias primas, componentes, sub-ensambles, ensambles en proceso y productos terminados, etc.) Así también hay que enfrentar las restricciones impuestas por la distribución de las instalaciones.

En terminos generales podemos afirmar que las relaciones existentes entre las actividades anteriores y el grado de control sobre las mismas a través del módulo se originan en la estructura

tura misma del sistema, por lo que constituyen las principales res
tricciones a considerar cuando se aborda el problema de la planea-
ción desde el punto de vista del diseño del sistema de producción.
Esta situación se manifiesta de manera especial en los sistemas de
producción para artículos estandarizados y de altos volúmenes de
producción, tal es el caso de la industria de productos eléctricos.

DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCION

Cuando una empresa está trabajando con altos índices de
productividad, podemos afirmar que el diseño de su sistema de pro
ducción tiene mucho que ver con los resultados obtenidos ya que es
a través del mismo que se realizan y controlan las operaciones.

Un sistema mal diseñado trae generalmente graves con-
secuencias, pues además de los problemas normales de operación
hay que enfrentar los problemas generados por deficiencias del sis
tema, esta situación es fácil de detectar cuando nos enfrentamos a
operar a pesar del sistema y no a través del mismo.

El adecuado conocimiento de la naturaleza de los produc
tos y su comportamiento en el mercado es necesario para desarro-
llar un buen diseño del sistema dentro del cual todos los paráme
tros o componentes del mismo incluyendo las restricciones, así

como su interrelación, deben estar claramente determinados y delimitados con objeto de que el sistema sea cerrado y por lo tanto lograr que su comportamiento sea predecible y controlable.

En el diseño en general de los sistemas es indispensable tener definidos e interrelacionados los siguientes parámetros:

1.- Objetivos.

Estos deben ser claros, alcanzables y dados a conocer, para que todas las funciones estén encaminadas a su realización. - Además, definen las restricciones del sistema así como sus recursos y productos.

2.- Insumos.

Deben estar debidamente identificados, cuantificados y - regulados para alimentar los procesos en cada face de operación - del sistema, con objeto de que sea estable.

3.- Pronósticos.

En el diseño de sistemas, se refieren a la capacidad de estos que permita predecir el comportamiento de los procesos y la duración en su ejecución, de acuerdo a los recursos insumidos y - con la suficiente precisión y anticipación que permita ejercer acciones de control.

4.- Procesos.

Es necesario que en todas las faces de operación del sistema se identifique correctamente la naturaleza de los procesos, - para que a ellos lleguen los insumos requeridos y obtener los productos definidos por los objetivos.

5.- Productos.

Deben estar claramente definidos en cada proceso y cumplir con los requerimientos necesarios para poder servir de insumo a los procesos subsecuentes. Como ejemplo de productos tenemos: listas de partes, hojas de ruta, reportes de producción, subensambles, etc.

El análisis de los parámetros anteriores es necesario - aplicarlo a las actividades involucradas para establecer la interacción existente entre el diseño del sistema de producción y la problemática inherente a la programación y control operativo del mismo.

En la Figura No. 3 aparece un diagrama que muestra - el desarrollo global del diseño del sistema de producción, el cual se encuentra dividido en tres faces:

1a. Diseño del Producto.

Según muestra la Fig. No. 3 el desarrollo del diseño del producto parte de la información sobre las necesidades y comportamiento del mercado que sirve de base para configurar el producto en aspectos tales como: apariencia, funcionalidad, calidad, precio, etc., que deberán integrar las atribuciones reales y de naturaleza psicológica del producto de acuerdo al mercado a que se destine.

Con base a la información anterior se elaboran las primeras especificaciones y requerimientos del diseño y se obtiene un prototipo o diseño funcional. Posteriormente este prototipo deberá ser sometido a un detallado análisis de ingeniería, costos, calidad, estandarización de partes, factibilidad de producción y de adquisición de partes, etc.

2a. Diseño del Proceso.

En esta fase el producto es analizado por ingeniería industrial e ingeniería de procesos para establecer los procesos de fabricación y elaborar las gráficas y diagramas de flujo de los mismos, así como balances de línea de acuerdo con el volumen de producción requerido y limitaciones establecidas por el tamaño y disponibilidad de las instalaciones. Finalmente se procede al diseño

del lugar de trabajo y herramientas necesarias.

Los balances de línea se diseñan de acuerdo a los volume nes de producción requeridos, agrupando las operaciones de tal for ma que en cada estación de las líneas de ensamble exista el mismo contenido básico de trabajo determinado por el tiempo control. Co mo parte del diseño de la línea se determinan las curvas de aprendi zaje, o sea el tiempo requerido para que los operarios aprendan a ejecutar las operaciones de acuerdo con el ritmo de la línea, e igual mente se establece la distribución de equipo y materiales. Por cons tituir los balances de línea la parte medular de la planeación de ca- pacidades, la trataremos por separado.

La fase de diseño del proceso tiene como objetivo deter- minar los metodos de trabajo y establecer los tiempos de ejecución de las operaciones de los artículos a procesar y lograr un óptimo - uso de los recursos tales como instalaciones, materiales, herra- mientas, equipo y mano de obra insumidos en los procesos de fabri- cación.

3a. Planeación de Manufactura.

En esta fase se realiza la programación de la producción, de las compras y el control de las operaciones usando la informa- ción generada en las fases anteriores, ya que las listas de partes

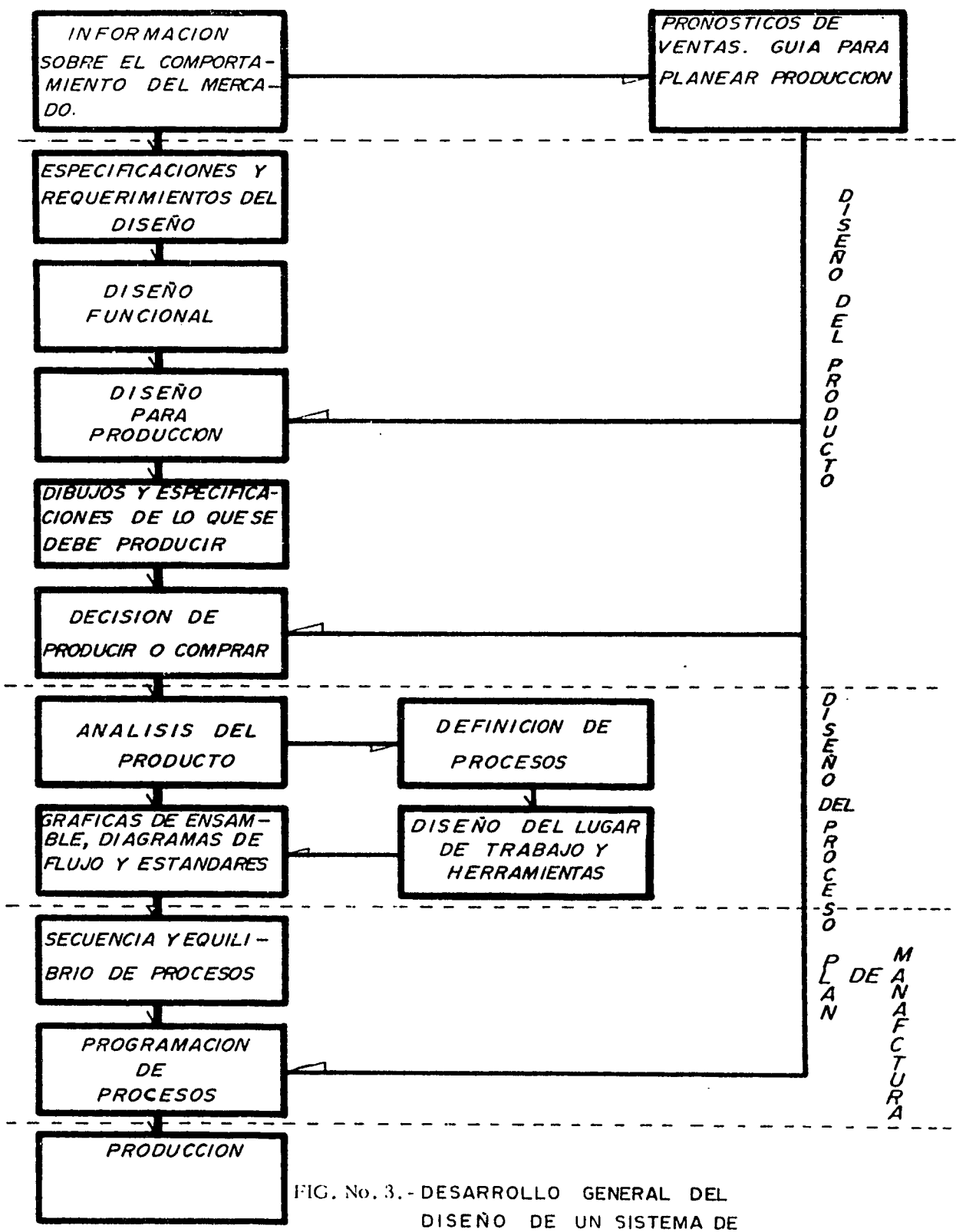


FIG. No. 3.- DESARROLLO GENERAL DEL DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCION.

(BOM), balances de línea, hojas de ruta, lay-outs, etc., son usados como insumos para la programación y control de la producción, estableciendo por lo tanto en esta fase el nivel de los inventarios a través del módulo respectivo, así como turnos de trabajo, secuencia y equilibrio de las operaciones y de los procesos. Finalmente se determina el grado de flexibilidad en cuanto al orden y agrupamiento de las actividades necesarias para operar la planta todo lo cual constituirá la capacidad básica del sistema a considerar en el control de la ejecución del plan de producción.

BALANCE DE LINEAS

Al proceso de ordenamiento de las tareas en secuencia de acuerdo con los trabajos y las restricciones tecnológicas, en forma tal que se obtenga un flujo uniforme en los procesos de fabricación con una utilización máxima de la fuerza de trabajo y/o el equipo, se llama balance de líneas.

El método de trabajo deberá ser establecido partiendo de una simplificación máxima de los movimientos y operaciones a ejecutar, usando las herramientas adecuadas y disponiendo los materiales en cada estación de trabajo de tal forma que los operarios los procesen haciendo los movimientos cortos y estrictamente necesarios.

Cuando el método de trabajo ha sido simplificado al máximo, se divide en elementos de trabajo, estableciendo las relaciones de interdependencia en su ejecución, esto es cuando existen restricciones tecnológicas que no permiten que se realicen en cualquier orden. El siguiente paso es establecer el tiempo de ejecución de los elementos de trabajo que constituyen el proceso. Se entiende como elemento de trabajo a las unidades más pequeñas de trabajo hasta el punto de que puedan ser ejecutadas en forma relativamente independiente y tal vez en diferente secuencia. Obtenido lo anterior los elementos de trabajo se agrupan en las estaciones de acuerdo al tiempo de ciclo deseado o volumen de producción esperado. Normalmente se diseñan los balances de acuerdo a los volúmenes de producción requeridos. Ejemplo:

Si para el Modelo KN-238, se requieren 140 unidades por día según el plan integral y dicho ensamble tiene un contenido total de trabajo de 384 centésimas de hora, determinaremos el tiempo de ciclo y el número de estaciones.

$$t = 384$$

$$\text{Vol. de Producción} = 140 \text{ X día}$$

$$\frac{140 \text{ unidades}}{8 \text{ horas}} = 17.5 \text{ unidades/hora.}$$

$$\frac{100}{17.5} = 1 \text{ unidad cada } 5.7 \text{ centésimas} = \\ 1 \text{ unidad cada } 3 \text{ minutos y } 4 \text{ décimas.}$$

Para producir 140 unidades por día, se requiere una línea de ensamble que produzca una unidad cada 5.7 centésimas; por lo tanto el contenido básico de los elementos que se agrupan en cada estación deberá durar en su ejecución 5.7 centésimas, siendo este el tiempo control de la línea.

Considerando que el contenido total de trabajo para el ensamble KN-238 es de 384 centésimas y el tiempo control de 5.7 centésimas. El número de estaciones requeridas es de: 67.37, para distribuir las operaciones se hará para 67 estaciones.

Aun cuando el tiempo de ciclo se ha obtenido a partir del volumen de producción es necesario determinar si es posible obtener un mejor tiempo de ciclo sin afectar sensiblemente el volumen de producción básico, esto es aumentando o disminuyendo una o dos estaciones.

Como podemos apreciar en la Tabla No. 7 el tiempo de ciclo que mejor satisface el volumen básico de producción es de 5.73 y 67 estaciones, ya que además tiene un menor porcentaje de retraso de balance o tiempo ocioso, que los demás tiempos de ciclo excepto el de 6 centésimas y 64 estaciones con un porcentaje de retraso de balance de cero; aquí en teoría sería un balance perfecto, pero ya no satisface el volumen de producción básico reque-

VOLUMEN DE PROD.	148	145.6	143.2	141.6	139.2	137.6	135.2	132.8	131.2
N	71	70	69	68	67.1	66	65	64	63
C	5.40	5.48	5.56	5.64	5.73	5.81	5.90	6.0	6.09
N C	383.4	383.6	383.64	383.52	383.91	383.46	383.5	384.0	383.67
*D	0.156	0.104	0.093	0.125	0.023	0.140	0.130	—	0.086

TABLA No. 7.- DETERMINACION DEL TIEMPO DE CICLO OPTIMO

rido por el plan integral.

En este ejemplo por coincidencia el tiempo de ciclo obtenido a partir del volumen básico de producción tiene un porcentaje de retraso mínimo, pero normalmente se tendrá que buscar el tiempo de ciclo que satisfaga el volumen de producción y además tenga un mínimo porcentaje de retraso.

* La fórmula de retraso de balance es:

$$D = 100 \left(\frac{NC - Ti}{NC} \right)$$

La fórmula de demora aún cuando ayuda a determinar un buen tiempo de ciclo no es suficiente para el balance perfecto, ya que además es condición esencial que los tiempos de los elementos de trabajo estén correctamente determinados y que además dichos elementos se asignen en forma correcta a las N estaciones de trabajo, ya que cuando el contenido de trabajo no es igual, la estación que consuma más tiempo será la más lenta y la que rija el flujo de trabajo en la línea de ensamble, originando un cuello de botella en las estaciones que le anteceden y tiempos ociosos a las subsecuentes.

De lo anterior es fácil apreciar que el problema funda-

mental del balance de líneas consiste en dividir las actividades o tareas en elementos de trabajo y encontrar un agrupamiento factible de dichos elementos en un número mínimo de estaciones y con un tiempo de ciclo óptimo dado un volumen específico de trabajo.

C A P I T U L O V

ADMINISTRACION DE NUEVOS PROYECTOS

C A P I T U L O V

ADMINISTRACION DE NUEVOS PROYECTOS

El desarrollo del producto es una de las actividades que está adquiriendo día a día mayor importancia en una empresa próspera. Esto se debe a que el gusto del consumidor es cambiante y está siempre en busca de lo nuevo, por ello, no podemos ofrecer los mismos modelos de artículos año tras año sin tener en cuenta factores tales como: moda, competencia, mejoras tecnológicas, demanda, costos de producción, etapa de vida de los productos de la cía., etc.

Las nuevas ideas pueden venir de varias fuentes. Pueden ser producto de la investigación de los departamentos técnicos, pueden venir de individuos asociados con la producción que buscan la forma de mejorar el producto en términos de materiales usados o de los procesos de fabricación, pueden ser sugeridas por el personal de ventas, los que llegarán con ideas directas o pueden tomar las de los mayoristas, vendedores al menudeo, clientes o competidores. El personal de compras puede ofrecer ideas que encuentran en sus actividades con los proveedores y de análisis de valor.

Antes de que un producto sea dado a conocer en el mercado, han sucedido una gran cantidad de actividades para lograr su

producción. Lo que para ventas representa un nuevo producto, no siempre significa lo mismo para producción, ya que normalmente en este departamento son pocas las diferencias como para considerar a una nueva serie de ensambles como un nuevo producto, puesto que ventas además de las características reales del producto, le adjudica características de índole psicológico. Por lo tanto no mencionaremos nuevos productos sino simplemente nuevos ensambles.

En realidad antes de que un producto cumpla con las características que requiere ventas debe cumplir con otro tipo de características que determinarán su producción de una manera eficiente. Este objetivo normalmente es difícil de lograr, ya que debe - conciliar los intereses particulares de los departamentos o divisiones que intervendrán en el proceso de producción. Así tenemos - que el departamento de ventas es quien decide que hace falta crear en base a sus estudios de mercadotecnia un nuevo modelo de televisoror, un nuevo producto o una nueva línea de productos haciendo saber su decisión a la dirección quien en caso de aceptarla pondrá en marcha los cada vez más complejos sistemas internos de la empresa al autorizar las erogaciones de tiempo, dinero e instalaciones - para el desarrollo de un prototipo experimental o modelo de acuerdo con el presupuesto otorgado por finanzas.

Es en este punto donde encontramos los primeros objetivos contradictorios, ya que quien diseña el nuevo ensamble por principio lo hará de acuerdo a lo solicitado por ventas, pero limitado en su creatividad por finanzas. Posteriormente diseño tendrá que conciliar en la creación del ensamble los intereses por ejemplo de abastecimientos quien normalmente pide que en el ensamble intervengan componentes fáciles de conseguir, dando preferencia desde luego a los existentes. Con esto, pudiera darse el caso de que el diseño original del ensamble sufra modificaciones.

Ingeniería de procesos normalmente desea un proceso que no implique en todo lo posible la adquisición de nuevo equipo y de preferencia que el proceso sea parecido a alguno de los existentes. En tanto, ingeniería industrial por su parte desea que el proceso de producción sea lo más simple posible para que el entrenamiento al personal sea breve y así poder evitar errores por parte de los operarios y control de producción.

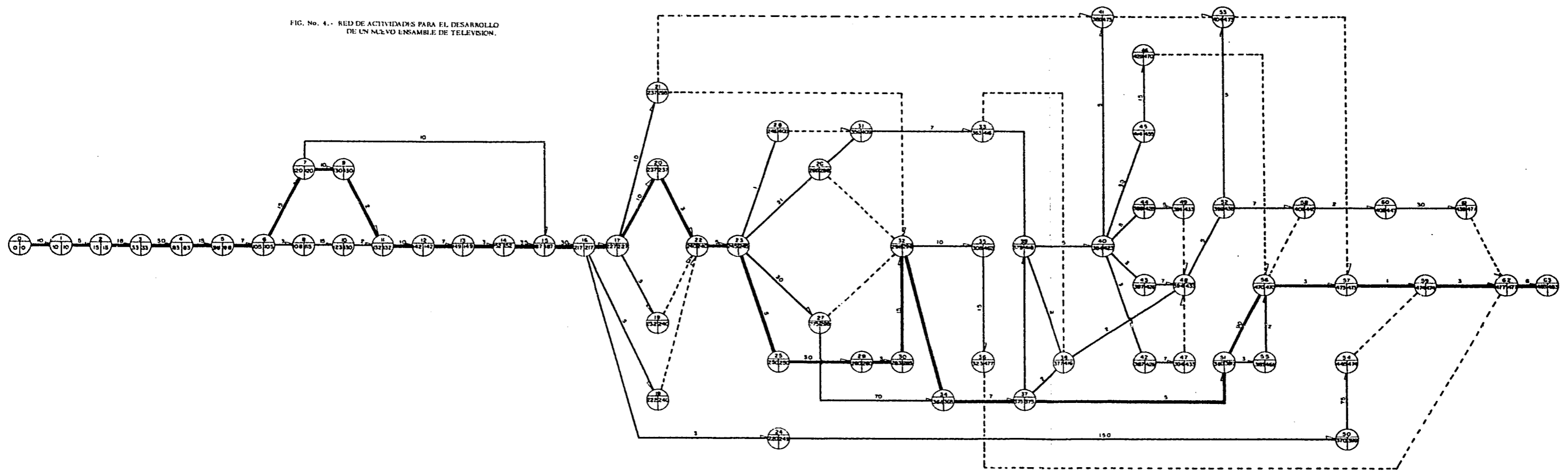
Si la gerencia aprueba el prototipo, se necesita mucho esfuerzo para cambiar de la etapa del prototipo a la verdadera producción en serie del ensamble. Esta etapa del procedimiento comprende la iniciación de una producción piloto del nuevo ensamble. En la etapa de producción piloto se fabrica a pequeña escala el prototipo -

para solucionar los problemas asociados con la producción. Se reúnen los materiales, herramientas, máquinas y se disponen las instalaciones para probar el diseño del modelo original y del proceso. Si la producción piloto tiene éxito, entonces ha llegado el momento de iniciar las actividades que conducirán a la producción a escala del modelo.

Una vez advertida la necesidad de desarrollar nuevos ensambles, cabe reflexionar sobre cual sería la mejor forma de coordinar las actividades que intervienen desde que se concibe la idea del nuevo ensamble hasta que lo ponemos a disponibilidad del departamento de ventas.

La técnica de redes resulta especialmente útil para la planeación y control de proyectos que pueden presentarse una vez o muy pocas veces. Por lo tanto se entiende por qué el camino crítico tiene amplia aplicación en el área de la investigación y desarrollo del producto. La red presenta un cuadro general y completo de todas las principales actividades comprendidas en el proyecto, así como sus relaciones. Proporciona predicciones de los requisitos de tiempo para la terminación de cada una de las actividades de que consta el proyecto. Enfoca la atención sobre aquellas actividades que son las de mayor importancia para lograr el objetivo que se bus

FIG. No. 4. - RED DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE UN NUEVO ENSAMBLE DE TELEVISION.



ca y también indica los recursos que pueden emplearse en otras ac
tividades.

Con el propósito de ser mas objetivos en la Fig. 4 he-
mos desarrollado esta técnica administrativa en un proyecto para -
la fabricación de un nuevo ensamble de televisión.

En la Tabla No. 8 desglosamos el proyecto dando secuen
cia a las actividades que lo integran señalando su tiempo de dura-
ción, sus relaciones entre si y la división o departamento responsa
ble de llevarlas a cabo. Con esta información obtuvimos los tiem-
pos en los que podemos realizar actividades lo mas pronto posible
(Tiempos Próximos) y los más tardíos (Tiempos Remotos) así co
mo las holguras o excedentes de tiempo, concentrando la informa-
ción del proyecto en la Tabla No. 9.

TABLA No. 8.- PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE CONFORMAN UN PROYECTO PARA DESARROLLAR UN NUEVO ENSAMBLE DE TELEVISION

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
0 - 1	Autorización de la gerencia general.	10	0	2	I.P.
1 - 2	Solicitar materiales para muestra de gabinete y chasis.	5	0	3	I.P.
2 - 3	Entregar materiales para muestra de chasis y gabinete.	18	1	4	D.A.
3 - 4	Presentación de una muestra de chasis y gabinete.	50	2	5	I.P.
4 - 5	Lista de materiales y planos preliminares.	15	3	6	I.P.
5 - 6	Revisión del modelo completo, aprobación por escrito del mismo, estandarización previa.	7	4	7,8	D.P. /I.M. /C.C.
6 - 7	Revisión de lista de materiales y planos preliminares.	15	5	16,9	I.M.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
6 - 8	Junta para discutir muestras presentadas por ingeniería del producto.	3	6	10	D.A. /D.P. /I.M. C.C.
7 - 9	Elaboración del pre-cálculo del costo de materiales.	10	6	11	D.A. /I.D. /I.M.
7 - 15	Estudio para eliminar costos innecesarios.	10	6	16	I.P. /I.M.
8 - 10	Elaboración del pre-cálculo del costo de equipo y herramienta.	15	6	11	D.A. /I.M.
9 - 11	Entrega del pre-cálculo del costo de materiales a finanzas.	2	7	12	I.P.
10 - 11	Entrega del pre-cálculo del costo de equipo y herramienta.	2	8	12	I.P.
11 - 12	Presentación del pre-cálculo del costo a la gerencia.	10	9,10	13	D.F.
12 - 13	Aprobación del pre-cálculo del costo.	7	11	14	G.G.
13 - 14	Solicitud de aprobación del precio de venta ante la S.I.C.	3	12	15	D.F.
14 - 15	Aprobación del precio de venta por la S.I.C.	35	13	16	D.F.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
15 - 16	Lista definitiva con diagramas, etiquetas y planos respectivos.	30	14	17, 18, 24	I.P.
16 - 17	Junta para definir que componentes requieren aprobación y decidir que hacer y que comprar según lista de materiales definitiva.	10	15	19, 20, 21	I.P.
16 - 18	Estándar definitivo de material directo e indirecto.	5	15	22	I.M.
16 - 24	Solicitud del número oficial ante la S.I.C.	3	15	50	C.C.
17 - 19	Estándares de materiales de piezas de fabricación interna.	5	16	22	I.M.
17 - 20	Elaboración de planes de integración.	10	16	22	D.A.
17 - 21	Estándares de mano de obra de partes y ensambles de fabricación interna.	10	16	35, 41	I.M.
18 - 22	(ficticia)	---	16	23	---
19 - 22	(ficticia)	---	17	23	---
20 - 22	Solicitud de requisición de materiales y partes. Solicitud de orden de compra para moldes y troqueles.	3	17	23	D.S./D.A.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
21 - 32	(ficticia)	---	17	35,36	---
21 - 41	(ficticia)	---	17	53	---
22 - 23	Emisión de requisiciones de material nacional y de importación y ordenes de trabajo.	5	18, 19, 20	25, 26, 27, 28	D.S. /D.A.
23 - 25	Solicitud de permisos de importación.	5	22	29	D.A.
23 - 26	Colocación de ordenes de compra de moldes y troqueles.	21	22	31, 35, 46	I.M.
23 - 27	Colocación de ordenes de compra de materiales y partes nacionales.	30	22	34, 35	D.A.
23 - 28	Entregar ordenes de trabajo a producción de componentes y ensamble final.	1	22	33, 39	D.A.
24 - 50	Obtención del número oficial del producto dado por la S.I.C.	150	16	54	C.C.
25 - 29	Obtención de permisos de importación.	30	23	30	D.A.
26 - 31	Disponibilidad de moldes y troqueles para partes de fabricación interna - que requieren aprobación de ingeniería.	90	23	33	D.P.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
26 - 32	(ficticia)	---	23	34,35	---
27 - 32	(ficticia)	---	23	34,35	---
27 - 34	Presentación a laboratorio de componentes de muestras de compra para su aprobación.	70	23	37	D.A.
28 - 31	(ficticia)	---	23	33,46	---
29 - 30	Solicitud de cotizaciones de materiales de importación.	3	25	32	D.A.
30 - 32	Colocación de ordenes de compra de materiales de importación.	15	29	34,35	D.A.
31 - 33	Fabricación y aprobación de muestras metálicas.	7	26,28	38,39	D.P. /I. P.
31 - 46	(ficticia)	---	26,28	56	---
32 - 34	Presentación de muestras de importación a Ingeniería del producto para su aprobación.	70	21,26,27,30	37	D.A.
32 - 35	Revisión del pre-cálculo del costo.	10	21,26,27,30	36	D.F.
33 - 38	(ficticia)	---	31	48	---

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
33 - 39	Entrega a producción de 10 juegos de partes metálicas.	2	31	40	D.P.
34 - 37	Aprobación de muestras presentadas por abastecimientos.	7	27,32	38,39	I.P.
35 - 36	Determinación del precio de venta - del producto, con todas las autorizaciones y aprobaciones correspondientes de la S.I.C.	15	32	62	D.V. /D.F.
36 - 62	(ficticia)	---	35	63	---
37 - 38	Elaboración de programas para la - producción piloto.	2	34	48	D.A.
37 - 39	Entrega a producción de 10 juegos de partes nacionales y de importación.	2	34	40	I.P. /D.A.
37 - 51	Elaboración de programas para efectos de requerimientos.	5	34	55,56	D.A.
38 - 39	Entrega de programas para producción piloto de subensambles.	2	37	40	D.A.
38 - 48	Entrega de programas para producción piloto de ensamble final.	2	37	52	D.A.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
39 - 40	Producción piloto de componentes, - chasis y gabinete.	5	37	42, 43, 44, 45	I. P.
40 - 41	Elaborar hoja de procesos y estándares definitivos de mano de obra de - ensambles.	5	39	53	I. M.
40 - 42	Entrega de producción piloto de com- ponentes para su aprobación.	3	39	47	D. P.
40 - 43	Entrega de producción piloto de cha- sises.	3	39	48	D. P.
40 - 44	Entrega de producción piloto de gabi- netes.	5	39	49	D. P.
40 - 45	Fabricación y/o colocación de orde- nes de compra de jigs, equipo, herra- mienta, instrumentación y materia- les no considerados en la actividad - 23 - 26.	30	39	46	I. M.
41 - 53	(ficticia)	---	21	57	---
42 - 47	Aprobación de producción piloto de - componentes.	7	40	45	I. P.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
43 - 48	Aprobación de producción piloto de - chasis.	7	40	52	C.C.
44 - 49	Aprobación de producción piloto de - gabinetes.	5	40	48	C.C.
45 - 46	Disponibilidad de materiales y equi- po solicitado en la actividad 23 - 26 y 40 - 45.	15	40	56	D.A. /I.M.
46 - 56	(ficticia)	---	31, 45	57	---
47 - 48	(ficticia)	---	42	52	---
48 - 52	Producción piloto del modelo según - programa.	5	38, 43, 47, 49	58	D.P.
49 - 48	(ficticia)	---	44	52	---
50 - 54	Elaboración de manuales de servicio.	75	24	59	C.C.
51 - 55	Elaboración de programas de produc- ción.	3	37	56	D.A.
51 - 56	Disponibilidad de materiales, equipo, herramienta, normas de ajuste, etc., para la producción del modelo.	90	37	57	I.M. /I.P. /D.A.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
52 - 53	Elaboración de hoja de procesos y estándares definitivos de mano de obra del modelo.	5	48	57	I.M.
52 - 58	Aprobación de la producción del modelo.	7	48	60	C.C.
53 - 57	(ficticia)	---	41, 52	59	---
54 - 59	(ficticia)	---	50	62	---
55 - 56	Entrega de programas de producción.	2	51	57	D.A.
56 - 57	Preparar línea productiva con material, herramental y jigs según programa de producción, tener listas - normas de ajuste.	3	46, 51, 55, 58	59	D.A. /I.M. /I.P.
57 - 59	Inicio de producción según fecha de entrada que indica el programa de producción.	1	53, 56	62	D.P.
58 - 60	Entrega de muestra definitiva a publicidad para fotografía.	2	52	61	C.C.
59 - 62	Aprobación de control de calidad para continuar la producción iniciada.	3	54, 57	63	C.C.

ACTIVIDAD	D E S C R I P C I O N	DURACION (días)	EVENTO ANTERIOR	EVENTO POSTERIOR	RESPONSABLE
60 - 61	Primera etapa de campaña publicitaria.	30	58	62	D.V.
61 - 62	(ficticia)	---	60	63	---
62 - 63	Nuevo producto a ventas.	6	36, 59, 61	FINAL	D.P.

TABLA No. 9.- HOJA DE PROGRAMACION PARA UN NUEVO ENSAMBLE DE TELEVISION

Evento		Duración	Próximo		Remoto		Holgura	Actividad Crítica
Inic.	Term.		Inic.	Term.	Inic.	Term.		
0	1	10	0	10	0	10	0	*
1	2	5	10	15	10	15	0	*
2	3	18	15	33	15	33	0	*
3	4	50	33	83	33	83	0	*
4	5	15	83	98	83	98	0	*
5	6	7	98	105	98	105	0	*
6	7	15	105	120	105	120	0	*
6	8	3	105	108	112	115	7	
7	9	10	120	130	120	130	0	*
7	15	10	120	130	177	187	57	
8	10	15	108	103	115	130	7	
9	11	2	130	132	130	132	0	*
10	11	2	123	125	130	132	7	
11	12	10	132	142	132	142	0	*
12	13	7	142	149	142	149	0	*
13	14	3	149	152	149	152	0	*
14	15	35	152	187	152	187	0	*
15	16	30	187	217	187	217	0	*
16	17	10	217	227	217	227	0	*
16	18	5	217	222	235	240	18	
16	24	3	217	220	246	249	29	
17	19	5	227	232	235	240	8	
17	20	10	227	237	227	237	0	*

Evento		Duración	Próximo		Remoto		Holgura	Actividad Crítica
Inic.	Term.		Inic.	Term.	Inic.	Term.		
17	21	10	227	237	288	298	61	
18	22	0	222	222	240	240	18	
19	22	0	222	232	240	240	8	
20	22	3	237	240	237	240	0	*
21	32	0	237	237	298	298	61	
21	41	0	389	389	473	473	84	
22	23	5	240	245	240	245	0	*
23	25	5	245	250	245	250	0	*
23	26	21	245	266	277	298	32	
23	27	30	245	275	268	298	23	
23	28	1	245	246	408	409	163	
24	50	150	220	370	249	399	23	
25	29	30	250	280	250	280	0	*
26	31	90	266	356	319	409	53	
26	32	0	266	266	298	298	32	
27	32	0	275	275	298	298	23	
27	34	70	275	345	298	368	23	
28	31	0	246	246	409	409	163	
29	30	3	280	283	280	283	0	*
30	32	15	283	298	283	298	0	*
31	33	7	356	363	409	416	53	
31	46	0	356	356	470	470	114	
32	34	70	298	368	298	368	0	*
32	35	10	298	308	452	462	154	

Evento		Duración	Próximo		Remoto		Holgura	Actividad Crítica
Inic.	Term.		Inic.	Term.	Inic.	Term.		
33	38	0	363	363	416	416	53	
33	39	2	363	365	416	418	53	
34	37	7	368	375	368	375	0	*
35	36	15	308	323	462	477	154	
36	62	0	323	323	477	477	154	
37	38	2	375	377	414	416	39	
37	39	2	375	377	416	418	41	
37	51	5	375	380	375	380	0	*
38	39	2	377	379	416	418	39	
38	48	2	377	379	431	433	54	
39	40	5	379	384	418	423	29	
40	41	5	384	389	468	473	84	
40	42	3	384	387	423	426	39	
40	43	3	384	387	423	426	39	
40	44	5	384	389	423	428	39	
40	45	30	384	414	425	455	41	
41	53	0	389	389	473	473	84	
42	47	7	387	394	426	433	39	
43	48	7	387	394	426	433	39	
44	49	5	389	394	428	433	39	
45	46	15	414	429	455	470	41	
46	56	0	429	429	470	470	41	
47	48	0	394	394	433	433	39	
48	52	5	394	399	433	438	39	

Evento		Duración	Próximo		Remoto		Holgura	Actividad Crítica
Inic.	Term.		Inic.	Term.	Inic.	Term.		
49	48	0	394	394	433	433	39	
50	54	75	370	445	399	474	29	
51	55	3	380	383	465	468	85	
51	56	90	380	470	380	470	0	*
52	53	5	399	404	468	473	69	
52	58	7	399	406	438	445	39	
53	57	0	404	404	473	473	84	
54	59	0	445	445	474	474	29	
55	56	2	383	385	468	470	85	
56	57	3	470	473	470	473	0	*
57	59	1	473	474	473	474	0	*
58	60	2	406	408	445	447	39	
59	62	3	474	477	474	477	0	*
60	61	30	408	438	447	477	39	
61	62	0	438	438	477	477	39	
62	63	6	477	483	477	483	0	*

A N E X O I

A N E X O I

La operación del más sencillo de los promedios exponenciales ponderados se basa en un ajuste, período por período, del promedio predicho en último término (\bar{F}_{t-1}), sumando o restando una fracción de la diferencia existente entre la demanda efectiva en el período en curso (D_t) y el promedio predicho en último término (\bar{F}_{t-1}). El resultado que no implica ninguna extrapolación nos da el nuevo pronóstico promedio para el período en curso (\bar{F}_t):

$$\bar{F}_t = \bar{F}_{t-1} + \alpha (D_t - \bar{F}_{t-1}) \quad (1)$$

Por conveniencia de cálculo, reacomodaremos la ecuación (1) para obtener el promedio de pronóstico, F_t , en forma más conveniente:

$$\bar{F}_t = \bar{F}_{t-1} + \alpha (D_t - \bar{F}_{t-1})$$

$$\bar{F}_t = \bar{F}_{t-1} + \alpha D_t - \alpha \bar{F}_{t-1}$$

$$\bar{F}_t = \alpha D_t + \bar{F}_{t-1} - \alpha \bar{F}_{t-1}$$

$$\boxed{\bar{F}_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) \bar{F}_{t-1}} \quad (2)$$

La constante α recibe el nombre de constante de amortiguamiento ya que los valores que usualmente se le asignan son fracciones que fluctúan entre .01 y .03 lo cual tiene por objeto en la ecuación (2) que se tome únicamente una fracción de la demanda efectiva (D_t) y proporcionar mayor valor al pronóstico prome

dio del período anterior (\bar{F}_{t-1}), esto se logra ya que siempre será $< a(1-\alpha)$. Con lo anterior se pretende eliminar en un gran porcentaje los efectos al azar que pueda contener la última demanda efectiva (D_t).

La ecuación (2) es sencilla, pero el hecho de que incluya todos los datos pasados, que ponga de relieve los datos más recientes y que sea en realidad un verdadero promedio de todos los datos pasados, no es tan obvio. Ahora demostraremos que esto es cierto.

En la ecuación (2) substituiremos el último término \bar{F}_{t-1} con una ecuación similar que involucre la demanda efectiva en ese período.

$$\bar{F}_{t-1} = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha) \bar{F}_{t-2} \quad (a)$$

Analizando la ecuación similar a \bar{F}_{t-1} equivale a calcular en el período de tiempo actual (T) el promedio predicho para el período de tiempo anterior T-1 ya que usamos en esa ecuación la demanda efectiva de ese período D_{t-1} y el promedio predicho para dos períodos de tiempo anteriores \bar{F}_{t-2} .

Substituyendo (a) en la ecuación (2)

$$\begin{aligned} \bar{F}_t &= \alpha D_t + (1-\alpha) \left[\alpha D_{t-1} + (1-\alpha) \bar{F}_{t-2} \right] \\ \bar{F}_t &= \alpha D_t + (1-\alpha) \left[\alpha D_{t-1} + \bar{F}_{t-2} - \alpha \bar{F}_{t-2} \right] \\ \bar{F}_t &= \alpha D_t + \alpha D_{t-1} + \bar{F}_{t-2} - \alpha \bar{F}_{t-2} - \alpha^2 D_{t-1} - \alpha \bar{F}_{t-2} + \alpha^2 \bar{F}_{t-2} \end{aligned}$$

$$\boxed{\bar{F}_t = \alpha D_t + \alpha(1-\alpha) D_{t-1} + (1-\alpha)^2 \bar{F}_{t-2}} \quad (3)$$

Pero F_{t-2} se determinó mediante un cálculo similar al anterior ejemplo.

$$\bar{F}_{t-2} = \alpha D_{t-2} + (1-\alpha) \bar{F}_{t-3} \quad (b)$$

Esta ecuación se analiza igual que la ecuación (a) únicamente variando los períodos de tiempo. Substituyendo la ecuación (b) en la ecuación (3) tenemos:

$$\begin{aligned} \bar{F}_t &= \alpha D_t + \alpha(1-\alpha) D_{t-1} + (1-\alpha)^2 \left[\alpha D_{t-2} + (1-\alpha) \bar{F}_{t-3} \right] \\ \bar{F}_t &= \alpha D_t + (\alpha - \alpha^2) D_{t-1} + (1-2\alpha + \alpha^2) \left[\alpha D_{t-2} + \bar{F}_{t-3} - \alpha \bar{F}_{t-3} \right] \\ \bar{F}_t &= \alpha D_t + \alpha D_{t-1} - \alpha^2 D_{t-1} + \alpha D_{t-2} + \bar{F}_{t-3} - \alpha \bar{F}_{t-3} - 2\alpha^2 D_{t-2} - \\ & 2\alpha \bar{F}_{t-3} + 2\alpha^2 \bar{F}_{t-3} + \alpha^3 D_{t-2} + \alpha^2 \bar{F}_{t-3} - \alpha^3 \bar{F}_{t-3} \end{aligned}$$

Factorizando

$$\alpha D_{t-1} - \alpha^2 D_{t-1} = \alpha(1-\alpha) D_{t-1} \quad (c)$$

$$\alpha D_{t-2} - 2\alpha^2 D_{t-2} + \alpha^3 D_{t-2} =$$

$$\alpha(1-2\alpha + \alpha^2) D_{t-2} = \alpha(1-\alpha)^2 D_{t-2} \quad (d)$$

$$\begin{aligned} \bar{F}_{t-3} &= \alpha \bar{F}_{t-3-2} + \alpha \bar{F}_{t-3+2} + \alpha^2 \bar{F}_{t-3} + \alpha^2 \bar{F}_{t-3} - \alpha^3 \bar{F}_{t-3} \\ \bar{F}_{t-3-3} &= \alpha \bar{F}_{t-3+3} + \alpha^2 \bar{F}_{t-3} - \alpha^3 \bar{F}_{t-3} = (1-\alpha)^3 \bar{F}_{t-3} \end{aligned} \quad (e)$$

Por lo tanto

$$\bar{F}_t = \alpha D_t + \alpha (1-\alpha) D_{t-1} + \alpha (1-\alpha)^2 D_{t-2} + (1-\alpha)^3 \bar{F}_{t-3}$$

Ahora tenemos una expresión equivalente para \bar{F}_t que contiene la constante α , las tres demandas reales pasadas y el pronóstico promedio de tres períodos atrás. Podemos continuar este proceso de substitución sucesiva para el término de pronóstico promedio restante, recorriendo hacia atrás todo el camino, a través de la serie entera de datos de k períodos, y terminar con la expresión:

$$\begin{aligned} \bar{F}_t &= \alpha D_t + \alpha (1-\alpha) D_{t-1} + \alpha (1-\alpha)^2 D_{t-2} + \alpha (1-\alpha)^3 \\ &D_{t-3} + \alpha (1-\alpha)^k \dots D_{t-k} + (1-\alpha)^{k+1} \bar{F}_{t-(k+1)} \end{aligned} \quad (4)$$

La ecuación (4) incluye ahora todas las demandas reales del registro de datos, mas el pronóstico promedio original utilizado $(k+1)$ períodos atrás. Dado que el factor $(1-\alpha)^{k+1}$ se hace muy pequeño y se aproxima a cero a medida que k crece, se puede ignorar el último término. Al mismo tiempo la suma de los otros coeficientes $\alpha (1-\alpha)^N$, se aproxima a 1, y así tenemos las condiciones de un auténtico promedio ponderado. También es

fácil ver ahora que el peso efectivamente conferido a cada una de las demandas (D) depende del valor de α , y que las demandas más recientes se les asigna un peso mayor.

Ahora podemos volver a la ecuación (2) que es la que utilizamos para fines del cálculo. Es engañosamente sencilla, pero recordemos que el término \bar{F}_{t-1} ha sido generado mediante un proceso de secuencia que en realidad representa las demandas reales del pasado. Hemos mostrado que la selección de α , la constante de suavizamiento, se puede hacer en tal forma que los datos recientes se pongan de relieve con la intensidad que se desee.

EFFECTOS DE TENDENCIA.

La tendencia aparente de un período a otro es sin más, - la diferencia de los pronósticos promedio de un período al siguiente $\bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}$. Pero, por supuesto, esta diferencia esta sujeta a las variaciones al azar que ocurren y que pueden ser suavizadas exponencialmente en la misma forma que la demanda media. Lo que - deseamos es una tendencia media exponencial ponderada; el procedimiento es similar al de los promedios.

$$\text{Tendencia Actual Aparente} = \bar{F}_t - \bar{F}_{t-1}$$

"El Nuevo Ajuste Medio de Tendencia", \bar{T}_t , es entonces

$$\bar{T}_t = \alpha (\text{tendencia actual aparente}) + (1 - \alpha) \bar{T}_{t-1} \quad (5)$$

La demanda esperada incluyendo un ajuste por tendencia, es el nuevo pronóstico promedio \bar{F}_t , computado de acuerdo con la ecuación (2), más una fracción del nuevo ajuste medio de tendencia calculado en la ecuación (5):

$$\bar{F}_t = \alpha D_t + (1 - \alpha) \bar{F}_{t-1} \dots (2)$$

$$\bar{F}_t - \alpha D_t = (1 - \alpha) \bar{F}_{t-1}$$

$$\frac{\bar{F}_t - \alpha D_t}{\bar{F}_{t-1}} = (1 - \alpha)$$

$$D_t = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} \bar{F}_{t-1} - \bar{F}_t$$

$$D_t = \bar{F}_t + \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} \bar{F}_{t-1}$$

$$\frac{\bar{F}_t - D_t}{\bar{F}_{t-1}} = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha}$$

$$D_t = \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} \bar{F}_{t-1} + \bar{F}_t$$

Substituyendo \bar{F}_{t-1} por el ajuste medio de tendencia tenemos:

$$D_t = \bar{F}_t + \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} \bar{T}_t \quad (6)$$

La ecuación anterior no implica ninguna extrapolación -- más allá de los datos de demanda conocidos. Para extrapolar más

allá de $E(D_t)$, con el fin de predecir $D^{\circ}t+1$, se requiere que agreguemos \bar{T}_t , el ajuste medio de tendencia más reciente,

$$D^{\circ}t+1 = E(D_t) + \bar{T}_t = \bar{F}_t + \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \bar{T}_t + \bar{T}_t$$

$$\bar{F}_t + \frac{(1-\alpha)}{\alpha} \bar{T}_t + \bar{T}_t - E(D_t) - \bar{T}_t = D^{\circ}t+1$$

$$D^{\circ}t+1 = \bar{F}_t + \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{\alpha}{\alpha} \right) \bar{T}_t - E(D_t)$$

$$\boxed{D^{\circ}t+1 = E(D_t) = \bar{F}_t + \frac{1}{\alpha} \bar{T}_t} \quad (7)$$

Por lo tanto, para extrapolar o pronosticar la demanda para n períodos en el futuro.

$$D^{\circ}t+n = E(D_t) + n\bar{T}_t$$

$$\boxed{= \bar{F}_t + \left(\frac{1}{\alpha} + n - 1 \right) \bar{T}_t} \quad (8)$$

C O N C L U S I O N E S

C O N C L U S I O N E S

1. - En la implantación de los módulos nos enfrentamos con problemas de resistencia al cambio ya que al aplicarlos requirió cruzar líneas de autoridad afectando dominios personales preestablecidos en la organización, creando problemas de carácter humano. Es necesario enfatizar la importancia de la supervisión a la información suministrada a los módulos debido a que los principales problemas de implantación se originaron por errores en la misma.

2. - En la aceptación del modelo propuesto para el cálculo de la demanda notamos un marcado escepticismo, ya que los procedimientos usados habían sido tradicionalmente empíricos, pero el uso del modelo demostró su confiabilidad gracias al ajuste complementario (números índices) que hicimos al método de pronóstico de R. Brown cuantificando así con mayor exactitud los cambios estacionales de la demanda.

3. - El uso del modelo de planeación de requerimientos se fundamenta en el principio de dependencia de la demanda de los componentes que intervienen en los ensambles del nivel 0 a N, demuestra ser más exacto que el método estadístico ya que satisface el abastecimiento de componentes requeridos en el plan integral in

tegral independientemente de los niveles históricos de consumo.

4. - En casos como el presente en que la demanda de los materiales es dependiente, el enfoque de control debe ser determinístico y no probabilístico como lo propone el método estadístico. El hecho de haber controlado estrictamente el 8% del total de los materiales, los cuales representaban aproximadamente el 83% de la inversión total en inventario, permitió reducir considerablemente la inversión del mismo aproximadamente en \$65 000 000 anuales.

5. - La planeación de capacidades tratada en forma modular hizo posible un uso mas estable y ajustar con mayor rapidez las instalaciones, equipo y mano de obra a los cambios de demanda, ahorrando hasta el 30% de los tiempos muertos por cambios de capacidad hechos anteriormente con decisiones aisladas.

6. - El uso de la ruta crítica en el desarrollo de nuevos ensambles permitió manejar los recursos de la empresa con mayor eficacia y contar con fechas confiables de terminación de los proyectos, consolidando de esta manera su posición en un mercado de gran competencia.

7. - En el desarrollo de nuestro seminario pudimos comprobar los resultados prácticos de algunas de las técnicas aprendi-

das en la facultad, constituyendo esto una valiosa experiencia para nuestra formación profesional.

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

- 1.- BROWN ROBERT G. Statistical Forecasting for Inventory Control. Editorial McGraw Hill Book Co. 1959.
- 2.- H. THURSTON PHILIP. Requirements Planning for Inventory Control. Editorial Harvard Business Review. Mayo-Junio 1972.
- 3.- W. PLOSSL, A. ORLICKY JOSEPH. Material Requirements - Planning Systems. APICS. 1970.
- 4.- I.B.M. IMPACT Programa de Gestion de Inventarios y Tecnicas de Control.
- 5.- JAMES L. RIGGS. Sistemas de Producción. Editorial LIMUSA 1976.
- 6.- RICHARD J. HOPEMAN. Producción Conceptos Análisis y Control. Editorial C.E.C.S.A.
- 7.- ELWOOD S. BUFFA Y WILLIAM H. TAUBERT. Sistemas de Producción e Inventario. Editorial LIMUSA 1975.
- 8.- ROBERT J. THIERAUF y RICHARD A. GROSSE. Decision Making Through Operation Research. Editorial John Willey and Sons Inc. 1970.

- 9.- ELWOOD S. BUFFA. Operations Management Problems and Models. Editorial John Willey and Sons. 1968.

I N D I C E

I N D I C E

	Página
DEDICATORIAS.	
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.	
Módulo: Pronóstico y Plan Integral	11
CAPITULO II.	
Módulo: Planeación de Requerimientos	34
CAPITULO III.	
Módulo: Control de Inventario	48
CAPITULO IV.	
Módulo: Planeación de Capacidades	58
CAPITULO V.	
Administración de Nuevos Proyectos	72
ANEXO I.	94
CONCLUSIONES	102
BIBLIOGRAFIA	107