

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO EN UN AMBIENTE DE FABRICACIÓN PARA INVENTARIO

Miguel Columbus Ponce¹, Juan Cajas Mendoza²

¹Ingeniero Industrial 2005, email: miguelcolumbus@hotmail.com

²Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1994, MSc. Industrial Engineering, Purdue University, EEUU, 2000, Profesor de ESPOL en 2001, email: cajasmen@gye.satnet.net

RESUMEN

En el presente trabajo se diseña un Sistema para la Planeación de la Producción y Administración de Inventario aplicado a la industria de manufactura del vidrio.

El sistema diseñado es un sistema halado (pull) por la demanda en donde se utiliza punto fijo de reorden y cálculo de lote económico de producción teniendo en cuenta la capacidad de la planta.

El nuevo sistema se lo diseñó basándose en datos reales de 8 meses de actividad de la fábrica.

Se simuló el Nuevo Sistema con un programa estocástico comercial y se compararon los resultados de la simulación con los resultados reales del sistema anterior utilizando aquel mismo horizonte de tiempo de 8 meses del cual se levantó la información para el diseño del nuevo sistema.

ABSTRACT

The present project is a design of a System for the Production Planning and Inventory Management applied to the glass manufacturing industry.

The designed system is a Pull System with Fixed Reorder Points and Economic Lot Sizes considering a finite production rate.

This New System was designed using real data during 8 months of activity of the factory. These data were used to determine the demand distribution and other variables.

Finally the New System was simulated with a commercial stochastic program and the results were compared with the real results of the Actual System during that same time horizon of 8 month.

INTRODUCCION

Para la industria en general el manejo inapropiado del inventario es un problema que no ha dejado de preocupar a la Administración. En este sentido son conocidas las desventajas y debilidades que conlleva el mantener altos inventarios en stock para satisfacer la demanda, lo que se traduce en grandes sumas de dinero congeladas y costos de mantenimiento asociados a este hecho. Por otra parte, estrategias diseñadas para reducir al máximo el inventario produciendo con ventas seguras, significa en la práctica esfuerzos enormes para las plantas, las cuales en muchos casos sea por la rigidez de su actual infraestructura física u organizacional, generan pobres índices de rendimiento causando pérdidas significativas.

Frente a esta realidad, diversos autores mediante la Administración Científica han estudiado y desarrollado herramientas de análisis que ayuden a resolver estos problemas.

En la presente tesis, una combinación de estas técnicas será utilizada para elaborar un modelo de trabajo que conlleve al desarrollo de un sistema para la planeación de la producción y administración de inventarios. Dicho sistema para la planeación de la producción y administración del inventario debe mejorar el nivel de servicio y al mismo tiempo minimizar el costo del inventario.

El objetivo es diseñar un sistema que reduzca el costo de manejo del inventario promedio, mediante el diseño de un sistema halado (pull), y probar su efectividad con una simulación en un programa estocástico comercial, comparando los resultados de la simulación con los reales del sistema anterior.

DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS PROCESOS DEL NEGOCIO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Descripción del sistema actual de administración de la producción:

La gestión de realización del producto comienza con el Forecast que elabora el departamento de ventas. El departamento de Comercialización elabora un Plan de Ventas Anual en los meses de Agosto/Septiembre de cada año.

En base al Plan de Ventas Anual, se elabora el Plan de Producción Anual tomando en cuenta el inventario. Este plan es el Programa Maestro de Producción, para ello se determinan los días de operación máquina requeridos (MODs por sus siglas en inglés) los cuales se comparan contra la capacidad de la planta. Este programa es

revisado mensual y semanalmente, en base a visitas a los clientes, y revisión de los pedidos en firme, de esta forma se ajusta el Plan de Ventas, actualizando manualmente el archivo existente en red, y se informa a Planta sobre los cambios realizados, de tal forma de actualizar el programa mensual o semanal.

Todo cambio en el programa de producción, sea de artículos ordenados, su secuencia o cantidades, es aprobado por el Director de Comercialización y la Gerencia de Planta, o las personas encargadas en caso de ausencia de uno de los dos. Si no existiere un acuerdo, se reúne el Gerente de Planta, el Director de Comercialización y la Gerencia General para definir el programa de producción.

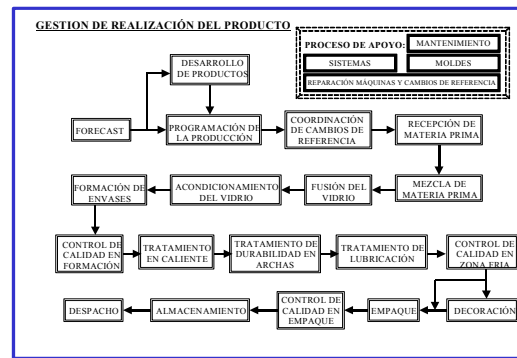


Diagrama 1.5 Gestión de Realización del Producto

Análisis del sistema actual de administración de la producción :

Tal como nos podemos dar cuenta, el sistema de producción que se utiliza actualmente es un sistema push (empujado) ya que la planeación de la producción se basa en un Forecast anual elaborado por el departamento de ventas.

En la práctica todos estos procesos administrativos descritos anteriormente se realizan, pero la variabilidad del mercado, falta de procedimientos normalizados, gestión inapropiada de recursos, y falta de políticas claras para la administración del inventario conducen a frecuentes cambios en el programa de producción y aparición de pedidos urgentes o disminución de longitudes de campaña que afectan a los índices de eficiencia de la planta y en algunos casos a la estabilidad del proceso y calidad del producto.

Todo esto se debe a la dinámica los mercado de ahora, los cuales difícilmente pueden ser predichos con exactitud mediante un Forecast. Es por esto la necesidad de trabajar con un sistema halado (pull), en el cual la demanda real decide cuanto y cuando la fabrica debe producir de tal manera que la producción se da de manera

natural en armonía con la dinámica de la demanda real.

Descripción de objetivos y restricciones del nuevo sistema para la planeación de la producción y administración de inventarios:

El objetivo del Nuevo Sistema es minimizar el costo de manejo de inventario, mediante el uso de técnicas ya conocidas de administración de inventario y planeación de la producción, de tal manera que se obtenga un mejor nivel de servicio a un costo mínimo.

El sistema que se diseñará es un sistema halado, en el cual se incluyen: el punto de reorden, el inventario de seguridad, el lote económico de producción. Se calcula el nivel de servicio y se consideran días de 24 horas. En la determinación del punto de reorden se considera la variabilidad de la demanda junto a su distribución de probabilidad. El sistema asume que toda la demanda que no pueda ser satisfecha completamente en el instante, se satisfecerá parcialmente con el inventario existente hasta que llegue el producto terminado desde el departamento de producción, momento en el cual la demanda se satisface completamente. El sistema no considera penalidades por falta de inventario.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA Y DISEÑO DEL SISTEMA

Análisis de demandas

Se realizó la clasificación ABC de todos los 137 productos que se fabrican. De esta clasificación se obtuvo que los 43 artículos de mayor demanda representan el 86.09% de las ventas.

De estos 43 productos se seleccionaron al azar 18 para diseñar el Nuevo Sistema. Estos 18 productos representan el 47.67% de las ventas.

Para cada uno de los 18 productos se procedió a determinar la distribución a la cual se ajustan los datos de las ventas mensuales de 8 meses (enero a agosto 2004). Se utilizó la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov modificada para una población con λ y σ .

De la prueba de bondad de ajuste se obtuvo que NO se rechaza la hipótesis que los datos provienen de una distribución normal.

Selección de la política para administración de inventarios: lotes económico de producción y puntos de reorden

Lotes económico de producción:

Para la determinación del tamaño de lote (Q^*) se utilizará la fórmula de lote económico para una capacidad de producción finita, según PAUL H. ZIPKIN 2000, Foundations of

Inventory Management Cap.3 Pág. 51 fórmula 3.4.2

$$Q^* = \sqrt{\frac{2K\lambda}{H(1-\rho)}}$$

Donde:

λ = demanda mensual (será la media de la distribución de cada producto).

K = costo fijo de poner una orden de producción (costo del tiempo de cambio y preparación de maquinaria).

H = costo de almacenamiento.

ρ = utilización del proceso λ / μ , $\rho < 1$

,donde μ = cantidad de botellas posibles a fabricar mensualmente para cada producto (bot/mes).

Puntos de reorden :

Se procede a definir el punto de reorden (R). Para esto se toma en cuenta la reserva de seguridad y la demanda durante el plazo (L). La duración del plazo (L), es el tiempo transcurrido entre el momento de colocar un pedido y el momento de recibir los artículos. El método utilizado en el cálculo del punto de reorden es el del enfoque de la probabilidad, en el cual se considera la probabilidad de que NO se presenten faltantes, según R.Chase.F. Jacobs N. Aquilano 2004 en su publicación “Administración de la Producción y Operaciones: para una ventaja competitiva”, Pág.590.

Se utilizó este enfoque para establecer la probabilidad de NO quedarse sin existencias en un $\approx 95\%$ del tiempo. Esto significa que se mantendrá cerca del 1.64 de desviaciones estándares.

La formula del punto de reorden según R.Chase.F. Jacobs N. Aquilano 2004 es :

$$R = \lambda_d * L + z * \sigma L$$

Donde:

R : punto fijo de colocar una nueva orden de producción (botellas).

λ_d : demanda diaria promedio. bot/día

L: Plazo en días. 4 días (tiempo transcurrido entre el momento de colocar una orden de producción y el momento de recibir la orden como producto terminado).

z = Número de desviaciones típicas para una probabilidad de no faltantes específica (z=1.64 para una probabilidad de no faltantes del $\approx 95\%$).

σL = Desviación estándar de la demanda durante el plazo L.

La expresión $\lambda d * L$ es la demanda durante el plazo L y la expresión $z * \sigma L$ es el stock de seguridad para una probabilidad de NO faltantes del $\approx 95\%$.

Las variables de las fórmulas fueron determinadas en base a registros históricos de actividad de la fábrica de Enero – Agosto 2004.

A continuación se presentan los valores de Q^* y R para cada uno de los 18 productos seleccionados.

Tabla 2.7
VALORES DE Q^* Y R PARA CADA PRODUCTO

No.	Producto	Q^*	R
1	C-7475	2.195.292 bot	363.435 bot
2	GN-3178	1.672.089 bot	212.020 bot
3	L-00058	1.167.907 bot	115.923 bot
4	G-3191	1.071.024 bot	132.991 bot
5	C-7487	973.790 bot	84.527 bot
6	L-00041	952.766 bot	114.860 bot
7	L-00055	908.486 bot	83.620 bot
8	L-00054	768.431 bot	61.569 bot
9	E-4104	750.457 bot	54.335 bot
10	C-3003	746.539 bot	47.927 bot
11	L-1401	720.240 bot	50.863 bot
12	GB-00053	610.425 bot	50.934 bot
13	G-20855	608.259 bot	51.089 bot
14	E-4103	535.090 bot	26.848 bot
15	GN-200	509.911 bot	26.649 bot
16	L-00052	505.488 bot	26.379 bot
17	C-7418	412.519 bot	17.058 bot
18	E-4129	378.138 bot	14.442 bot

Análisis de la capacidad

La planta cuenta con tres líneas de producción en las cuales se elaboran las botellas, cuya capacidad de producción son respectivamente:

Línea A1 : 142,12 bot/min que equivalen a 6.312.309,68 bot/mes

Línea A2: 118,93 bot/min que equivalen a 5.138.165,85 bot/mes

Línea A3 : 175,42 bot/min que equivalen a 7.578.423,52 bot/mes

Capacidad total de la planta por mes (μ) 19.028.899,06 bot/mes

La capacidad total de la planta es la suma de las capacidades de las tres líneas (trabajan independientemente en paralelo).

En promedio la demanda mensual de todos los 137 productos es 17.463.613 botellas, por lo que $17.463.613 < 19.028.899,06$ concluimos que existe capacidad suficiente para satisfacer la demanda actual.

Diseño del sistema para la planeación de la producción y administración de inventario.

El nuevo sistema para la Planeación de la Producción y Administración de Inventarios es un sistema halado (pull), en donde se utilizan los puntos fijos de reorden (R) y la cantidad óptima a producción (Q^*) para cada producto ilustrados en la tabla 2.7 . No se incurre en penalidades por concepto de faltantes de inventario.

En resumen: Se coloca una orden de producción de Q^* unidades cuando el número de unidades remanentes en inventario caiga a R unidades.

VALIDACION DEL MODELO PROPUESTO

Simulación mediante un sistema estocástico comercial.

El software comercial que se utilizó para la simulación se llama ARENA, el cual es, al igual que SIMAN , una marca registrada por la compañía Rockwell Software en los EEUU y en otros países.

Se realizó una simulación individual para cada producto, tomando en cuenta: la demanda con su respectiva distribución de probabilidad, el reabastecimiento con su respectivo punto de reorden R y su respectiva cantidad óptima a producir Q^* .

Los módulos utilizados en la simulación y sus enlaces son ilustrados en la Figura 3.1.

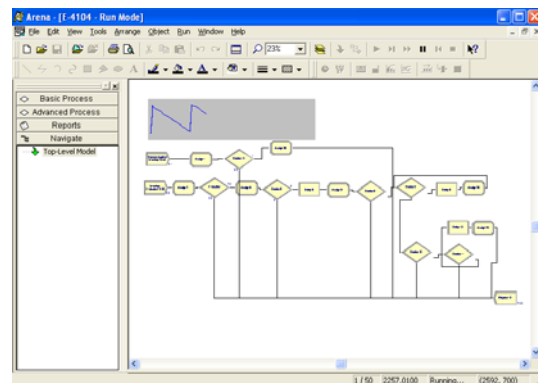


Figura 3.1 Módulos de la simulación

Para efectos de validación del modelo se tomaron en cuenta el costo total de manejo de inventario y el nivel de servicio.

Análisis de resultados de la simulación: nivel de servicio promedio, costos de manejo de inventario.

El horizonte de tiempo que se utilizó para la simulación fue de 8 meses (245 días). Se utilizó este horizonte de tiempo para poder comparar los resultados de la simulación contra los resultados reales del mismo horizonte de tiempo de actividad de la fábrica, del cual se sacaron los datos para el diseño del Nuevo Sistema.

El costo de manejo de inventario y el nivel de servicio se lo determinó, tal como se indicó en el capítulo 2, basándose en las siguientes fórmulas:

$$C(Q^*) = c\lambda + \frac{k\lambda}{Q^*} + \frac{H(1-\rho)Q^*}{2} + H^*z^*\sigma_L$$

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \sigma_L * E(z)/Q^*$$

Donde,
 λ = demanda mensual

K = costo fijo de poner una orden de producción

H= costo de almacenamiento.

ρ = utilización del proceso λ / μ $\rho < 1$

donde μ = cantidad de botellas posibles a fabricar mensualmente para cada producto.

σ_L : Desviación estándar de la demanda durante el plazo L

E(z) :unidad normal de pérdida integral cuyos valores están tabulados como función de z

(véase apéndice B de “Logística Administración de la Cadena de Suministro” RONALD H. BALLOU 2004).

En nuestro caso como $z=1.64$, el valor correspondiente a E(z) es :

$$E(z)=E(1.64)=0.0211$$

Las siguientes dos tablas ilustran la comparación del Costo Total de Manejo de Inventario y el Nivel de Servicio del sistema actual contra el Nuevo Sistema simulado para los 8 meses.

TABLA 3.6

Comparación costo total manejo inventario Simulación vs Real

Comparación Costo Total Inventario REAL vs NUEVO SISTEMA SIMULADO (tiempo de comparación 8 meses)			
No.	Producto	Enero-Agosto 2004	Promedio réplicas simuladas
		Costo Total Inventario real (usd/8meses)	Costo Total Inventario Simulación Nuevo Sistema (usd/8meses)
1	C-7475	1.707.480 usd/8meses	1.593.200
2	GN-3178	1.478.776 usd/8meses	1.098.700
3	L-00058	585.842 usd/8meses	577.500
4	G-3191	454.184 usd/8meses	529.230
5	C-7487	472.498 usd/8meses	418.690
6	L-00041	506.119 usd/8meses	451.510
7	L-00055	392.377 usd/8meses	368.380
8	L-00054	226.909 usd/8meses	263.820
9	E-4104	324.548 usd/8meses	254.230
10	C-3003	236.576 usd/8meses	249.210
11	L-1401	318.397 usd/8meses	232.190
12	GB-00053	301.098 usd/8meses	201.630
13	G-20855	96.128 usd/8meses	202.100
14	E-4103	106.976 usd/8meses	132.890
15	GN-200	172.553 usd/8meses	122.260
16	L-00052	139.679 usd/8meses	120.150
17	C-7418	104.836 usd/8meses	80.220
18	E-4129	58.716 usd/8meses	67.690
Costo Total 8 meses C(Q*)		7.684.790 usd/8meses	6.964.203 usd/8meses
		Ahorro en 8 meses	720.587 usd/8meses

TABLA 3.7

Comparación Nivel de Servicio Simulación vs Real.

Comparación Nivel de Servicio REAL vs NUEVO SISTEMA SIMULADO (tiempo de comparación 8 meses)			
No.	Producto	Enero-Agosto 2004	Promedio réplicas simuladas
		Nivel de Servicio real	Nivel de Servicio Simulación Nuevo Sistema
1	C-7475	1,000	0,95027
2	GN-3178	1,000	0,95922
3	L-00058	1,000	0,95920
4	G-3191	0,942	0,96019
5	C-7487	1,000	0,96380
6	L-00041	1,000	0,95944
7	L-00055	1,000	0,96290
8	L-00054	0,865	0,96499
9	E-4104	1,000	0,96610
10	C-3003	0,958	0,96503
11	L-1401	1,000	0,96674
12	GB-00053	1,000	0,96720
13	G-20855	0,221	0,96680
14	E-4103	0,765	0,96697
15	GN-200	1,000	0,96794
16	L-00052	1,000	0,96829
17	C-7418	1,000	0,96273
18	E-4129	0,882	0,96517
Nivel Servicio Promedio 8 meses		0,92	0,96

El Nuevo Sistema en 8 meses de simulación dio un ahorro por concepto de inventario de 720587 usd con un nivel de servicio de 96% , con lo cual mejora al sistema anterior en estos dos aspectos.

Beneficios a largo plazo del nuevo sistema.

En cinco años teóricamente se habrá de tener un ahorro de 5.404.402,5 usd por concepto de inventario, con un nivel de servicio promedio de 96%. Claro está que sin duda las condiciones del mercado variarán en el futuro, por lo que continuamente hay que estar monitoreando el Nuevo Sistema integrando las nuevas variaciones de la demanda con las respectivas variaciones futuras de los costos.

Implicaciones para la planeación de la producción.

Se podrá trabajar de una manera más confiable sin cambios frecuentes en el programa de producción, ni la aparición de pedidos urgentes o disminución de longitudes de campaña que afectan a los índices de eficiencia de la planta y en algunos casos a la estabilidad del proceso y a la calidad del producto. Se trabajará en un sistema donde se integra la demanda real en la función de producción y no un Forecast como actualmente se lo hace. El nuevo sistema es un

sistema halado (pull) por la demanda real, en donde esta decide cuando y cuanto producir, a diferencia del sistema anterior que es un sistema empujado (push), donde en vez de integrar la demanda real, se integra un Forecast en la función de planeación de la producción.

Integrando la demanda real, no se tendrán los frecuentes cambios en el programa de producción ni la aparición de pedidos urgentes por cumplir ya que se contará con reservas de inventario suficientes que satisfacen la demanda a un nivel de servicio promedio (96%) superior en 4 puntos al anterior (92%).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible reducir el costo de manejo de inventario y a la vez mejorar el nivel de servicio con el nuevo Sistema para la Planeación de la Producción y Administración de Inventario.

Si bien el Nuevo Sistema logra un sustancial ahorro en 5 años de 5.404.402,5 usd , es necesario constantemente monitorearlo y actualizarlo conforme varíe en el tiempo la función de distribución de la demanda y los costos de manejo de inventario.

Cave recalcar que este potencial ahorro a largo plazo se lo obtuvo tomando en cuenta apenas los 18 productos elegidos del análisis ABC para los cuales se diseñó el Nuevo Sistema, que representan el 47.67% de las ventas. El ahorro potencial hubiera sido mucho mayor si se hubiera tomado en cuenta los 43 productos de mayor demanda, que son los productos A B, los cuales representan el 86.09% del total de ventas.

Se recomienda integrar al Nuevo Sistema todos estos 43 productos para que el ahorro potencial sea mayor. Los productos restantes, que están clasificados como C, se los fabricará únicamente bajo pedido, siempre y cuando aquella producción sea económicamente beneficiosa para la compañía.

Es imprescindible el diseño de un software que facilite la evaluación del nivel de inventario, si es que se pone en práctica el Nuevo Sistema.

Este Nuevo sistema a diferencia del anterior, es un sistema halado (pull), que por su naturaleza de estar en armonía con la demanda real, permite mejorar el nivel de servicio y disminuir el costo por concepto de manejo de inventario.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Stevens M.A D'Agostino R.B. Marcel Dekker, Goodness of Fit Techniques. New York 1986.
- 2.-Paul H. Zipkin , Foundations of Inventory Management, McGraw-Hill 2000, p 29-51
- 3.-R.Chase.F. Jacobs N. Aquilano.Irwin , Administración de la Producción y Operaciones: para una ventaja competitiva, McGraw-Hill 2004,p 590-598
- 4.-RONALD H. BALLOU, Logística Administración de la Cadena de Suministro, Quinta Edición, 2004 ,p 348-352
- 5.-W. DAVID KELTON, Simulation with Arena, Third Edition,2004,p 17-235

Direcciones en Internet:
www.analyse-it.com