

APLICACIÓN DE TRES MÉTODOS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE DIMENSIONAMIENTO DE LOTES Y MRP.

Application of three methods for solution to problem of batch sizing and MRP

RESUMEN

El contenido del presente documento muestra la aplicación de tres métodos de solución a partir del planteamiento de un problema de dimensionamiento de lotes: Solución mediante la Heurística de Silver – Meal, la Heurística de Balanceo de Período y Parte y la Heurística de Costo Mínimo Unitario. La evaluación de los métodos anteriormente mencionados se realizó de forma manual, a través de recursos bibliográficos proporcionados por el orientador de la asignatura: Control de Producción e Inventarios.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se realizó una comparación entre los mismos y se procedió a elegir la mejor solución la cual se ve justificada mediante una política de costo mínimo.

PALABRAS CLAVES: Dimensionamiento de lotes, MRP, Heurística, Silver - Meal, Balanceo de Periodo y Parte, Costo Mínimo Unitario, Producción, inventarios.

ABSTRACT

This document shows the application of three methods of solution from the approach of a lot sizing problem: Solution by Silver – Meal Heuristics, the Part Period Balancing Heuristic and Minimum Cost Unit Heuristic. The evaluation of the methods mentioned above are performed manually, through bibliographic resources provided by the teacher of the subject: Production and Inventory Control.

Given the results a comparison was made between them and proceeded to choose the best solution which is justified by a policy of minimal cost.

KEYWORDS: *Batch Sizing, MRP, Heuristics, Silver - Meal, and Part Period Balancing, Minimum Unit Cost, Production, Inventories.*

1. INTRODUCCIÓN

Es conocido en el medio productivo que las empresas pertenecientes al sector manufacturero, programan su producción tomando como base la demanda del mercado. Dicho proceso trae consigo diversas implicaciones: la política de producción, el plan maestro de producción, la planeación de requerimientos de materiales, manejo de inventarios, y una cantidad de factores que afectan de forma directa el número óptimo de unidades a producir en cada período.

Al momento de hablar en la empresa sobre la política de costos, todos los factores anteriormente mencionados se tornan importantes para optimizar dichos valores de forma que se minimicen los costos de producción.

A partir de las dificultades planteadas, se hace interesante estudiar diversos métodos mediante los cuales se pueda ajustar la producción a la demanda del mercado, de modo que se optimicen los recursos financieros de la empresa y se pueda satisfacer a los clientes.

Por ello se han seleccionado tres métodos denominados: la Heurística de Silver – Meal, la Heurística de Balanceo de Período y Parte y la Heurística de Costo Mínimo Unitario, para definir la dimensión o tamaño del lote a producir de forma que se minimicen los costos de preparación de la producción y el costo de sostenimiento de inventarios.

Se hace importante aclarar que el dimensionamiento de lotes viene dado por El Plan de Requerimiento de

M^a NATALY BAÑOL ARIAS

Estudiante Ing. Industrial
Universidad –tecnológica de
Pereira.

JORGE HERNAN RESTREPO

Ingeniero Industrial, M.Sc
Profesor Asociado
Universidad Tecnológica de Pereira
jhrestrepoco@utp.edu.co

Materiales (MRP) y su escogencia depende de los resultados arrojados por cada una de las heurísticas aplicadas.

A través de la formulación de un ejemplo de aplicación, se desarrollarán los tres métodos anteriormente mencionados, de la siguiente manera: (1) Descripción teórica de los métodos; (2) Descripción del problema; (3) Resultados Obtenidos tras la aplicación de los tres métodos: Heurística de Silver – Meal; Heurística de Balanceo de Período y Parte y Heurística de Costo Mínimo Unitario; (4) Conclusiones; y por ultimo, (5) Revisión Bibliográfica.

2. DESCRIPCIÓN TEÓRICA DE LOS MÉTODOS

a) Heurística de Silver – Meal.

Según las definiciones proporcionadas por Daniel Sipper Robert L. Bulfin, en su libro Planeación y Control de la Producción [1], el principio de esta heurística es que desea ordenar para varios periodos futuros, (S), logrando el costo promedio mínimo por periodo para el lapso de s periodos. El costo considerado es el costo variable; esto es, el costo de ordenar o preparar el pedido, mas el costo de mantener el inventario. Se tiene entonces:

$D = \text{Demanda}; D = 1, 2, \dots, S$

$S = \text{Períodos}$

$K = \text{Costo de preparación del pedido}$

$h = \text{Costo de mantener una unidad en inventario por pedido.}$

Llamamos j , al número de pedidos que se realizan en cada período, entonces:

$K(j) = \text{costo variable promedio por período.}$

Si la orden cubre j pedidos supone que el costo de mantener el inventario ocurre al final del período y que la cantidad necesaria para el período se usa al principio del mismo.

Si se ordena D_1 para cumplir con la demanda en el periodo 1 se tiene:

$$K(1) = A$$

Si se ordena $D_1 + D_2$ en el período 1 ($S=1$), para cumplir con la demanda de los periodos 1 y 2, se obtiene:

$$K(2) = (1/2)(A + hD_2)$$

Donde: h es el costo de almacenar una unidad en inventario.

NOTA: $(1/2)$ porque es el costo variable promedio $K(j)$ y son 2 pedidos.

De manera similar:

$$K(3) = (1/3)(A + hD_2 + 2hD_3)$$

Y en general se tiene entonces:

$$k(j) = \frac{1}{j}(A + hD_2) + 2hD_3 + \dots + (j - 1)hD_j$$

Se calcula $k(j)$, $j = 1, 2, \dots, j$; y se detiene cuando:

$$K(m+1) > k(m)$$

Es decir, el período en el que el costo promedio por período comienza a crecer. En el período 1 se ordena una cantidad que cumpla con la demanda de los siguientes j pedidos; esto es:

$$Q1 = D1 + D2 + \dots + Dj$$

Donde

$j = \text{Número de pedidos.}$

$Q = \text{Cantidad ordenada en el periodo } S \text{ y cubre } j \text{ pedidos futuros.}$

Joan B. Fonllosa i Guardiet [2], coincide con las definiciones anteriormente mencionadas y también argumenta en su libro Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT que: El método de Silver Meal selecciona la cantidad a reaprovisionar (Lote) reproduciendo una de las propiedades que posee la fórmula EOQ cuando la demanda es homogénea en el tiempo: Los costes relevantes totales por unidad de tiempo correspondientes al lote elegido son mínimos.

b) Heurística Balanceo de Período y parte.

También conocido como Balanceo de Período Fragmentado, (BPF).

Daniel Sipper, autor del libro Planeación y Control de la Producción [3], hace referencia a este Método, explicando que este intenta minimizar la suma del costo variable para todos los lotes; se debe recordar en el análisis del EOQ que si la demanda es uniforme, el costo de ordenar o preparar es igual al costo de almacenar. Aunque este argumento es correcto para demanda uniforme, no es cierto para la demanda irregular, en la que el inventario promedio no es la mitad del tamaño del lote. Sin embargo, puede proporcionar soluciones razonables para la demanda irregular.

Para obtener el costo de mantener el inventario se introduce el periodo fragmentado, definido como una unidad del artículo almacenada durante un periodo. 10

unidades en inventario durante un periodo son igual a 10 periodos fragmentados, lo que es igual a 5 unidades en inventario durante 2 periodos.

Sea

$$PF_m = \text{Periodo Fragmentado}$$

$$PF_1 = 0$$

$$PF_2 = D_1$$

$$PF_3 = D_1 + 2D_2$$

$$PF_m = D_1 + 2D_2 + \dots + (m - 1)D_m$$

El costo de mantener inventario es $h(PF_m)$, y se quiere seleccionar el horizontal de pedidos m que cubra, en términos generales, el costo de ordenar A . Esto es, elegir m tal que:

$$A \cong h(PF_m)$$

De esta forma entonces:

$$PF_m \cong \frac{A}{h}$$

Que también es la regla detención. La razón A/h se llama factor económico de período fragmentado. El tamaño de la orden es:

$$Q_1 = D_1 + D_2 + \dots + D_m$$

Y el proceso se repite comenzando en el periodo $m + 1$. El método heurístico BPM también se como Costo Total Mínimo (CTM) y es de los mas usados en la industria.

En el libro Administración de operaciones: Enfoque de Administración de Procesos de Negocios, escrito por David Muñoz Negrón [4], el Método de Balanceo de Período y Parte es denominado: Heurística de Balance Período – Inventario; esta heurística aquí descrita no presenta divergencia con el método anterior, propuesto por Daniel Sipper. Ambos métodos comparten los mismos argumentos en su planteamiento.

c) Heurística Costo Mínimo Unitario.

Al igual que en los dos métodos anteriores, El libro Planeación y Control de la Producción escrito por Daniel Sipper at al [6], describe esta heurística de forma que el costo mínimo unitario responde a un cálculo flexible cuyo punto se encuentra en las cantidades físicas de los elementos que se combinan, pero también de los precios de cada uno de ellos.

Costo – Volumen – Precio

Para incorporar la variable utilidad es necesario conocer el valor de venta del producto, el que depende del mercado y, para que arroje ganancia debe ser superior a la suma de los costos fijos y variables del producto:

Costo – Volumen – Precio – Utilidad – Mezcla

Esta heurística es similar a la Heurística de Silver - Meal La diferencia radica en que la decisión se basa en el costo variable promedio por unidad en lugar de por periodo.

Sea:

$k'(m)$ = Costo variable promedio por unidad si la orden cubre m periodos.

Siguiendo el mismo razonamiento que en el caso de Silver Meal,

$$k'(1) = \frac{A}{D_1}$$

$$k'(2) = \frac{A + hD_1}{D_1 + D_2}$$

$$k'(3) = \frac{A + hD_1 + hD_2}{D_1 + D_2 + D_3}$$

Y en general:

$$k'(m) = \frac{A + hD_1 + hD_2 + \dots + (m - 1)hD_m}{D_1 + D_2 + \dots + D_m}$$

Igual que antes, la regla detención es:

$$K(m+1) > k(m)$$

Y,

$$Q_1 = D_1 + D_2 + \dots + D_m$$

De nuevo, el proceso se repite a partir del período $(m+1)$.

Como se argumenta en [5], La Meta del método de costo mínimo unitario, es minimizar el costo promedio por unidad. Para problemas simples en los cuales los costes de ordenar son constantes, el método no funciona tan bien como otros, pero si los costos de ordenar un pedido no son constantes, este método tiene una ventaja (al igual

que la heurística de Silver - Meal), ya que pueden incorporar los costos no constantes de ordenar un pedido.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Un componente que usa una fábrica se pide a un proveedor externo. Como el componente se usa en varios productos finales, su demanda es alta. La demanda estimada, en miles, durante las 10 semanas próximas, es:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	22	34	32	12	8	44	54	16	76	30

Tabla 1. Demanda de componentes.

COSTO	SIMBOLO	VALOR
Componente	<i>c</i>	US\$ 0.65
Tasa de interés/Semana	<i>i</i>	0.5%
Preparación del pedido	<i>k</i>	US\$ 200
Mantenimiento de Inventario	<i>h</i>	US\$ 3.25

Tabla 2. Tabla de Costos.

4. RESULTADOS

a) Heurística de Silver – Meal

Período	Demanda
1	D1,D2
3	D3,D4,D5
6	D6,D7,D8
9	D9,D10

Tabla 3. Unidades a producir en cada período.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	22	34	32	12	8	44	54	16	76	30
O Planeadas	56	-	52	-	-	114	-	-	106	-
Entregas	22	34	32	12	8	44	54	16	76	30
Inventarios	34	-	20	8	-	70	16	-	30	-

Tabla 4. Resumen de datos, Heurística Silver - Meal.

COSTO DEL PLAN:

$$= (k \times \text{Nº de arranques}) + (h \times \text{Nº de unidades en inventario})$$

$$= (200 \times 4) + (3.25 \times 178)$$

$$\text{COSTO} = \text{US\$ } 1378,5$$

b) Heurística Balanceo de Período y parte.

Período	Demanda
1	D1,D2
3	D3,D4,D5
6	D6,D7
8	D8,D9
10	D10

Tabla 5. Unidades a producir en cada período.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	22	34	32	12	8	44	54	16	76	30
O Planeadas	56	-	52	-	-	98	-	92	-	30
Entregas	22	34	32	12	8	44	54	16		30
Inventarios	34	-	20	8	-	54	-	76	-	-

Tabla 6. Resumen de datos, Heurística Balanceo Período y Parte.

COSTO DEL PLAN:

$$= (k \times \text{Nº de arranques}) + (h \times \text{Nº de unidades en inventario})$$

$$= (200 \times 5) + (3.25 \times 192)$$

$$\text{COSTO} = \text{US\$ } 1624$$

c) Heurística Costo Mínimo Unitario.

Período	Demanda
1	D1,D2
3	D3,D4
5	D5,D6,D7
8	D8,D9
10	D10

Tabla 7. Unidades a producir en cada período.

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demanda	22	34	32	12	8	44	54	16	76	30
O Planeadas	56	-	44	-	106	-	-	92	-	30
Entregas	22	34	32	12	8	44	54	16	76	30
Inventarios	34	-	12	-	98	54	-	76	-	-

Tabla 8. Resumen de datos, Heurística Costo Mínimo Unitario.

COSTO DEL PLAN:

$$= (k \times \text{Nº de arranques}) + (h \times \text{Nº de unidades en inventario})$$

$$= (200 \times 5) + (3.25 \times 274)$$

$$\text{COSTO} = \text{US\$ } 1890,5$$

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ La heurística de silver – meal arrojó el mejor resultado, proporcionando una política de costo mínimo.

COSTO = US\$ 1378.5

- ✓ Al aplicar métodos heurísticos para dar solución al problema de dimensionamiento de lotes, es necesario tener claro que las heurísticas proporcionan soluciones de buena calidad pero no indican la solución óptima.
- ✓ Las características comunes entre los tres métodos son: Todos comparten el objetivo del EOQ (Cantidad Económica a Ordenar); su objetivo es minimizar la suma de los costos de preparación e inventario; pero cada uno lo hace de manera diferente.
- ✓ La heurística de Silver Meal es un método ampliamente utilizado para definir el tamaño de los lotes a producir en cada periodo, sin embargo la Heurística de Costo Mínimo es uno de los métodos más comúnmente descritos en los libros de administración de operaciones.
- ✓ La limitación tanto del enfoque de Silver – Meal como de Costo Mínimo Unitario es que consideran un lote a la vez, y el costo por periodo (o unitario) puede variar mucho de un periodo a otro.
- ✓ Al momento de calcular un tamaño de lote a producir en un período es recomendable evaluar los tres métodos anteriormente mencionados, esto con el fin de tomar decisiones sabias que permitan optimizar los recursos económicos de la empresa y se pueda incrementar la utilidad de la misma. La importancia de la aplicación de diversos métodos radica en la toma de decisiones.
- ✓ Una observación importante; para el dimensionamiento de lotes no solo existen las heurísticas planteadas en este documento; durante la revisión bibliográfica se encontró otro método mediante el cual se puede resolver este problema. Este método es denominado: Algoritmo de Wagner y Whitin, el cual utiliza la programación dinámica para la solución de este tipo de problemas. Este algoritmo proporciona la solución óptima al problema.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] **Heurística de Silver Meal.**

Daniel Sipper Robert L.Bulfin, Planeación y Control de la Producción. P.P 263 – 265.

[2] Ramón Companys Pascual, Joan B. Fonollosa i Guardiet. Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. P.P 90 – 92.

[3] **Heurística Balanceo de Período y Parte**

Daniel Sipper/.Bulfin Robert L, Planeación y Control de la Producción. 1ª Edición, 1ª impresión, México D.F., Mc Graw Hill, Junio 1999, P.P 266 – 268.

[4] David F. Muñoz Negrón. Administración de Operaciones: Enfoque de Administración de Procesos de Negocios. P.P. 172 – 173.
http://books.google.com.co/books?id=edZx_26yf64C&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false

[5] **Heurística Costo Mínimo Unitario**

Ronald S. Tibben – Lembke, Ph.D. University of Nevada, Reno, NV 89557. “Average Cost Lot – Sizing Heuristics: Revised Stopping conditions with increased intuition”, presented in Production and Inventory Management Journal – First/Second Quarter, 2002.
<http://www.business.unr.edu/faculty/rtl/pubs/PIMJ-LotSizing.pdf>

[6] Daniel Sipper/.Bulfin Robert L, Planeación y Control De la Producción. 1ª Edición, 1ª impresión, México D.F., Mc Graw Hill, Junio 1999, P.P 265 – 266.

Otra bibliografía revisada:

- A Modified Silver-Meal Heuristic for Dynamic Lot Sizing under Incremental Quantity Discounts. J. Hu, C. L. Munson and E. A. Silver *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 55, No. 6 (Jun., 2004), pp. 671-673 (article consists of 3 pages) Published by: Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society <http://www.jstor.org/stable/4101973>
- A Modification of the Silver-Meal Heuristic to Handle MRP Purchase Discount Situations. Robert L. Bregman and Edward A. Silver *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 44, No. 7 (Jul., 1993), pp. 717-723 (article consists of 7 pages) published by: Palgrave Macmillan Journals on behalf of the Operational Research Society. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2584046>
- Two modifications of the least cost per period heuristic for dynamic lot-sizing. Authors: **Ho, J C1; Chang, Y-L2; Solis, A O1.** Source: **Journal of**

**the Operational Research Society, Volume 57, Number 8, August 2006, pp. 1005-1013(9).
Publisher: Palgrave Macmillan**

- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmfn/castillo_g_ka/capitulo1.pdf