

La Planificación - Programación de la Producción en el Contexto de S-Files, en el Sector del Automóvil.*

David Perez Perales¹, Francisco- Cruz Lario Esteban², José Pedro Garcia Sabater³.

¹ Ingeniero Industrial. DOE-ETSII-UPV. Camino de Vera s/n 46022 Valencia, dapepe@omp.upv.es

² Dr. Ingeniero Industrial. DOE-ETSII-UPV. Camino de Vera s/n 46022 Valencia, fclario@omp.upv.es

³ Dr. Ingeniero Industrial. DOE-ETSII-UPV. Camino de Vera s/n 46022 Valencia, jpgarcia@omp.upv.es

RESUMEN

En el Sector del Automóvil se utiliza el concepto de "Pseudo-Listas de Materiales" o "S-Files", para estructurar lo más eficientemente posible sus BOM con el objetivo de facilitar la Planificación-Programación de la Producción. Así, el Plan Maestro (PMP), en lugar de referirse a los Productos Finales lo hará a los módulos (que pueden ser grandes sub-ensambles, grupos de ítems, etc.) situados generalmente a un nivel inferior al de los Productos Finales y comunes a un amplio rango de productos (cada uno de ellos representará un nuevo "Producto Final ideal"). Interesa desarrollar el PMP a nivel de estos módulos, ya que de esta forma se reduce la complejidad que existiría si se tratasen las múltiples combinaciones de dichos módulos opcionales. Si la Previsión y la Planificación, así como la Fabricación de los módulos, se realiza atendiendo a los datos históricos, estos podrán montarse rápidamente según las especificaciones concretas de cada cliente, en base al Programa Maestro de Montaje de Productos Finales reales con un Horizonte mucho más reducido.

1. Introducción.

En la presente comunicación se analiza el *Proceso de Planificación – Programación de la Producción* en las *Empresas del Sector del Automóvil*, desde la óptica de una Empresa de Fabricación y Montaje de Automóviles. Se han utilizado los datos proporcionados por una empresa concreta. En el análisis de dicho proceso se ha tenido en cuenta el concepto de "Pseudo-Listas de Materiales" o "S-Files", para estructurar de la forma más eficiente posible sus Listas de Materiales (BOM).

Téngase en cuenta que no interesa gestionar los materiales, componentes y distintos submontajes a partir de un Plan Maestro en el que figuren los Productos finales (automóviles), ya que estos representan una enorme cantidad de referencias distintas con la consiguiente complejidad. Se trata de establecer un *Plan Maestro* en el que figuren unos "módulos" (submontajes con un alto valor y seleccionados de manera que representen al mayor número de Productos finales), conceptualmente muy parecidos a los *S-Files*, y que virtualmente pasen a ser "Productos Finales" [1]

Si la Previsión y la Planificación de la Fabricación de los módulos, se realiza lo mejor posible, estos podrán montarse (según las especificaciones concretas de cada cliente) rápidamente, en base a otro Programa Maestro (Montaje de Productos Finales reales (automóviles)), con un Horizonte mucho más reducido.

* Esta comunicación es consecuencia de los trabajos realizados en el Proyecto Feder CICYT **1FD97-1387** "La Gestión de la Cadena de Suministro en contexto de Integración Empresarial".

2. La Planificación a partir de Previsión de Ventas.

Para analizar el proceso de Planificación – Programación de la Producción en una Empresa de Fabricación y Montaje de Automóviles es necesario partir de lo que se denomina **Planificación a Largo Plazo** o Estratégica.

Ésta se lleva a cabo con la toma de decisiones a nivel corporativo. Se refiere a: la ampliación o reducción de algunas Plantas, el incremento o disminución de la plantilla por variaciones en la demanda, inversiones para la apertura de alguna Planta o para ejecutar una nueva infraestructura con el objeto de introducir un nuevo vehículo, nuevas políticas de Aprovisionamiento (creación de Parques Industriales de Proveedores próximos a Plantas de Montaje), etc.

En segundo lugar existe un **Plan Anual**, algunas veces con un horizonte ligeramente superior, llamado **Production Program Oficial**, que se genera a partir del Presupuesto prefijado por la Empresa; se establece por Alta Dirección. En él se fijan *los niveles de beneficio esperados* para el año, estableciendo la *cantidad de Vehículos de cada modelo* que se deberán fabricar (teniendo en cuenta capacidades actuales de las Plantas e información facilitada por Ventas). Algunos Proveedores reciben información sobre este Plan, de forma que se facilitan sus tareas de Planificación.

Posteriormente, existirá una **Previsión Agregada de vehículos por Modelo, Carrocería, Motor y País** (se incluyen también los vehículos que pertenecen a Programas especiales), para un *horizonte temporal de 6 meses, con períodos de 1 mes*. Éste puede ser elaborado por el Departamento de Ventas de la Matriz europea. Para obtener la citada Previsión, el Departamento de Ventas junto con el Departamento de Marketing de la compañía, recopila información, en términos de porcentaje, de cada país sobre la posible cantidad que se va a vender por modelo, carrocería y motor para los próximos 6 meses.

Por ejemplo:

País: España, Francia, Italia...
Modelo: X (60%), Y (...), Z (...),...
Carrocería: 3 puertas (20%), 4 puertas (...), Wagon (...),...
Motor: 1.6 (30%), 1.8 (20%), 1.8 D (50%).

De las cifras utilizadas por Ventas y Marketing se deduciría, que para España, un 6% de los coches serían X, 3 puertas, 1.8 D. $(X (0.6) \times 3 \text{ puertas } (0.2) \times 1.8 \text{ D } (0.5) = 0.06 = 6\%)$. Así se calcularía para *cada uno de los países según Modelo, Carrocería y Motor*.

A partir de la información recogida en cada país sobre lo que se va a vender de cada combinación *modelo-carrocería-motor*, Ventas Europa establecerá la cantidad prevista a vender, estableciendo “*medias ponderadas*” entre los porcentajes de cada uno de ellos para cada país.

Dicha información porcentual sirve, de entrada, para el desarrollo del *Release-12 ó Production Program no Oficial*, en el cual se asigna la producción en términos de *cantidades* de cada combinación Modelo-Carrocería-Motor para los próximos 6 meses para cada Planta (puede observarse en el gráfico de la Figura 1 que realmente son cinco y medio).

La información del mismo no sólo se estima en función de los porcentajes dados por Ventas, sino también en *función de los niveles de Inventario* del período precedente. También se

considera la factibilidad del uso de instalaciones, trabajadores y proveedores de partes y componentes. Si es necesario, se anticipa la producción cuando en el mes posterior no se va a tener suficiente capacidad. Esta *información es accesible* tanto para las *Plantas de Fabricación* como para los *Proveedores*, aunque los datos únicamente son realistas para el mes en curso.

El Proceso es el que se puede observar en la Figura 1:

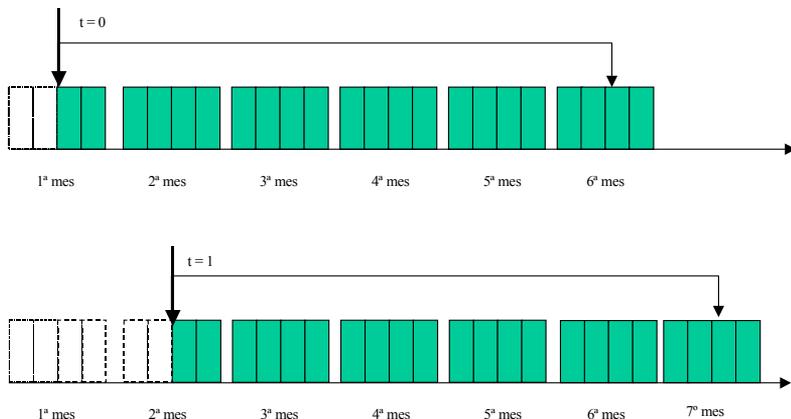


Figura 1 : Release-12 o Production Program No oficial

El ciclo empieza la segunda semana del primer mes. Durante las últimas semanas de este primer mes y las primeras del segundo mes, se comparan las *Previsiones* en términos de modelo-carrocería-motor-país con los *Pedidos reales* acumulados durante ese tiempo. Mediante unas fórmulas de adaptación progresiva (para atenuar el efecto de variaciones bruscas fuera de tendencia), se van ajustando los porcentajes dados inicialmente por Marketing y Ventas. Las cantidades destinadas a *Programas Especiales* (Campañas, Promociones), no afectarán a las fórmulas de asignación de los porcentajes, puesto que se fijan con una duración determinada y con criterios diferentes, pero formarán parte del conjunto de cantidades previstas.

Así pues, el *Release-12*, consta de las cantidades a producir por cada Planta según Modelo, Carrocería, Motor y País (puede dar, por ejemplo, si el volante va a la derecha o a la izquierda) para un Horizonte temporal de 6 meses y Períodos de un mes. Además, se añade una columna con la producción acumulada hasta la semana anterior a la actual, de manera que se puedan analizar las posibles discrepancias respecto al Plan inicial. La función principal de este Documento es, aparte de servir de entrada a la *Segmentación*, concepto que se explica más adelante, establecer a Medio Plazo una estimación de los Módulos u Opciones que deberán ser suministrados por los Proveedores.

Dicha estimación de Módulos u Opciones se presenta en un *Plan con un Horizonte de 6 meses y Períodos de un mes*, especificándose las fechas y cantidades de los Módulos u Opciones que formarán, ya a muy Corto Plazo, los Vehículos finales. Dicho Plan es generado por el Sistema Corporativo de Gestión de Materiales propio y recibe el nombre de Release. En teoría se trata de un documento que contiene los datos agregados y la descomposición de los mismos en *S-Files* o Pseudo-Listas de Materiales.

Un S-File se podría definir como “un subconjunto de partes y sub-montajes comunes para un subconjunto de vehículos” [2]. Por tanto, cada vehículo podría representarse mediante la agrupación de todos los S-Files que lo integran. Se puede observar que un S-File está íntimamente relacionado con el concepto de Módulo o Submontaje, de manera que incluso en algunos casos significa exactamente lo mismo.

Esta descomposición en datos agregados y S-Files se debe a que la Previsión a Medio Plazo de Vehículos finales concretos es muy compleja debido a la cantidad de combinaciones diferentes que pueden realizarse con los Módulos u Opciones. Es por ello que resulta mucho más eficiente realizar una **Previsión de Módulos** por separado, principalmente por dos motivos:

- porque pertenecen a la vez a muchos vehículos finales “teóricos”.
- porque los tiempos de entrega acumulados, incluyendo fabricación y compra, son generalmente largos, y en cambio, su ensamblaje final, para formar vehículos finales, se realiza de una manera rápida.

Pero, ¿cómo se realizan las Previsiones de dichos Módulos u Opciones y sus Planes respectivos?, ó, basándose en la definición de S-File, ¿cómo se realizan las Previsiones de S-Files y sus Planes respectivos?.

Sea un ejemplo (Tabla 1):

Se ha caracterizado un vehículo por dos características: Modelo (A ó B), Aire Acondicionado (X ó Y). Sean además los vehículos (resultado de la combinación de las dos características): AX (**P1**), AY (**P2**), BX (**P3**) y BY (**P4**).

Supongamos, además, para simplificar, que cada uno de los 4 vehículos tiene su propia Lista de Materiales, y ésta es solamente de un nivel:

- P1:** C1,C2,C3 y C4
- P2:** C1,C3,C5 y C6;
- P3:** C1,C4,C7 y C8;
- P4:** C1,C4,C5,C6,C7 y C9.

	Característica 1 (Modelo)	Característica 2 (A. Acondicionado)
S-File 1	--	--
S-File 2	A	--
S-File 3	B	--
S-File 4	--	X
S-File 5	--	Y
S-File 6	A	X
S-File 7	A	Y
S-File 8	B	X
S-File 9	B	Y

Tabla 1 : Formación de S-Files.

Dichos S-Files se definen a partir de la relación existente entre los componentes y las características que definen cada uno de los 4 Productos.

El *S-File 1* podría estar formado por aquellos componentes que *no pertenecen exclusivamente a ninguna de las dos características*, y por tanto se encuentran en cualquiera de los 4 productos. En principio, sería ideal que sólo se tuviera que considerar dicho S-File 1, pues se podrían gestionar a partir de una Previsión que agregara los 4 Productos a la vez, lo cual supone menos incertidumbre que si se realiza separadamente para cada uno de ellos, como es este caso.

De igual modo, se podría definir un *S-File 2* formado por aquellos *componentes* que se incluyen en la Lista de Materiales cuando *un Producto posea la característica A*. Y así sucesivamente.

A partir de la identificación de los S-Files en cuanto a características, y de la Estructura o Nivel de cada Producto (tantos como resulte de la multiplicación de dichas características) se obtendrán los *Componentes* que integran *cada S-File* (Tabla 2).

El *S-File 1* estará compuesto por los componentes comunes a todos los vehículos (el único es el C1).

El *S-File 2* tendrá los componentes comunes a los dos vehículos con la característica A: P1 (AX) y P2 (AY) una vez eliminado el C1, es decir, S-File 2 = (C3).

El *S-File 5* tendrá los elementos comunes a los dos vehículos con Y: P2 (AY) y P4 (BY) y que no se hayan utilizado ya en otros S-Files, es decir, S-File 5 = (C5 y C6).

Así sucesivamente, el *S-File 9* tendrá los componentes comunes a los vehículos que tengan las características B,Y, que en este caso coincide con el vehículo P4, o sea, S-File 9 = (C9).

En la *Tabla 2* se observa dicha explosión de S-Files en los componentes que lo integran.

En definitiva, se podrá expresar cada Vehículo mediante un conjunto de S-Files, y una vez explosionado estos, en Componentes.

Así pues, a nivel de *Componentes* se tendría lo siguiente para P1 y P2.

P1 = S-File 1 + S-File 2 + S-File 4 + S-File 6 = (C1) + (C3) + (C4) + (C2)

P2 = S-File 1 + S-File 2 + S-File 5 = (C1) + (C3) + (C5,C6)

S-File	Componentes
S-File 1	C1
S-File 2	C3
S-File 3	C7
S-File 4	C4
S-File 5	C5,C6
S-File 6	C2
S-File 7	--
S-File 8	C8
S-File 9	C9

Tabla 2 : Componentes que forman cada S-File

Tal y como se señaló anteriormente, se tendrá mayor exactitud en la Previsión de un S-File si pertenece a muchos vehículos diferentes, de ahí la tendencia a la “modularidad” en los Fabricantes de Automóviles.

Visto lo que realmente significa un S-File, se analiza cómo se realiza la **Previsión a 6 meses** vista de los mismos; esta Previsión servirá para obtener el *Release* que se facilitará a algunos *Proveedores* por medio de la *Red interna de comunicación*, aunque en realidad son los Proveedores, los que por medio de claves, acceden a dicho Release.

Primeramente se tendrá que analizar qué *características* representarán aproximadamente al conjunto de vehículos finales (del orden de millones). En segundo lugar, en base a dichas características, ver cuantos *S-Files* se necesitarían para poder representar con bastante precisión cada vehículo concreto (actualmente existen, en la Empresa considerada, unos 15.000 S-Files).

En la Empresa en cuestión, se definen 9 características principales para cada Modelo, denominadas “*Primary Features*”. Se entiende que dichas características corresponden a aspectos importantes de los vehículos. Las 9 características principales son: Mercado, Versión, Transmisión, Emisión, Aire Acondicionado, Asiento, Carrocería, Motor, Conducción derecha o izquierda. Además, se definen una serie de *características de menor importancia*, que sirven para explicitar con más detalle los S-Files formados. Éstas reciben el nombre de “*Minor Features*”.

A su vez, las *características* están divididas en “tipos” de características. Por ejemplo, para el coche modelo X, la característica 6, que es el Asiento, tiene 2 tipos de características, las que tienen el asiento deportivo y las que no lo tienen. En cambio, la característica 2, que es la Versión, tiene 7 tipos de características. Las hay incluso con mayor número.

Una vez definidas las características y sus tipos, se pasa a definir los S-Files, que una vez combinados, englobarán a todos los vehículos.

El problema radica en que si no se sabe la Previsión de vehículos concretos, en principio, no se puede saber su descomposición en S-Files. Esto se resuelve mediante una *Previsión de los mismos* a partir de los datos agregados del Release-12 ó Production Program no Oficial. Se parte de datos agregados para cada país según Modelo, Carrocería y Motor. Mediante un proceso matemático y estadístico, estos datos, se desagregan en S-Files (según datos históricos de composición de los mismos) obteniéndose el documento *Release*, el cual contiene la desagregación citada. Las columnas, desagregan la producción para diferentes S-Files.

Los S-Files se representan mediante códigos. Por ejemplo:

Un S-File podría ser CAKBB04. Este código representaría, volviendo a la definición anterior, el subconjunto de partes y/o submontajes de los que constaría el subgrupo de vehículos que tuviesen unos “tipos” de características determinados. Como puede apreciarse, el código en sí no dice nada.

Una vez hecho esto, se facilita un *Documento* a cada Proveedor (por medio de una Intranet), que contendrá la parte del Release que le corresponda, de manera que éste podrá averiguar las necesidades de aquellos S-Files de los cuales es *Proveedor*. En definitiva tendrá una *Previsión de Demanda a Medio Plazo* (6 meses) del conjunto de piezas, subconjuntos, conjuntos o *S-Files* de los cuales es suministrador para la Empresa en cuestión; pudiendo planificar mucho más eficientemente sus Recursos Productivos.

3. La Programación a partir de los Pedidos de Ventas.

Posteriormente a la Planificación, en el que se ha utilizado el concepto de *Plan Maestro*, a pesar de *no* referirse a *Productos finales reales*, estaría la *Programación*, es decir, decidir en el corto plazo, *qué vehículos concretos se montarán*. Dicha Programación tomará la forma de un *Plan Maestro de Montaje*. Finalmente se realizaría la *Secuenciación*, en la Línea de Montaje, de los vehículos ya programados [3].

Para realizar dicha Programación, se tienen en cuenta los Pedidos en firme de los Concesionarios. El Proceso sería el siguiente:

El Departamento de Ventas de Europa genera un *Pool de Pedidos* y asigna, previo análisis de su factibilidad (muy condicionada por la Planificación anterior), una parte del Pool a cada Planta, cada Planta tiene un Pool de unas 4-6 semanas.

De esas 4-6 semanas, 2 estarán ya *segmentadas* y las restantes formarán *el pool pendiente de segmentar*. Se entiende por *Segmentación* aquellos Vehículos con fecha de fin de montaje asignada.

De este modo, cada Planta podrá saber, para un Horizonte de 4-6 semanas, qué vehículos se fabricarán, en principio. Si bien, los *vehículos segmentados para las 2 primeras semanas* tendrán fecha asignada de fabricación, los vehículos que formen parte del Pool pendiente podrán variar (según criterios de Ventas Europa).

Por lo tanto el Pool podría considerarse como un Plan Maestro Tentativo, para cada Planta con un Horizonte de 4 a 6 semanas (Figura 2). En cualquier caso, el Manager de Planta no podrá tomar decisiones en firme basadas en dicho Pool pendiente, y deberá esperar a que se faciliten los datos segmentados.

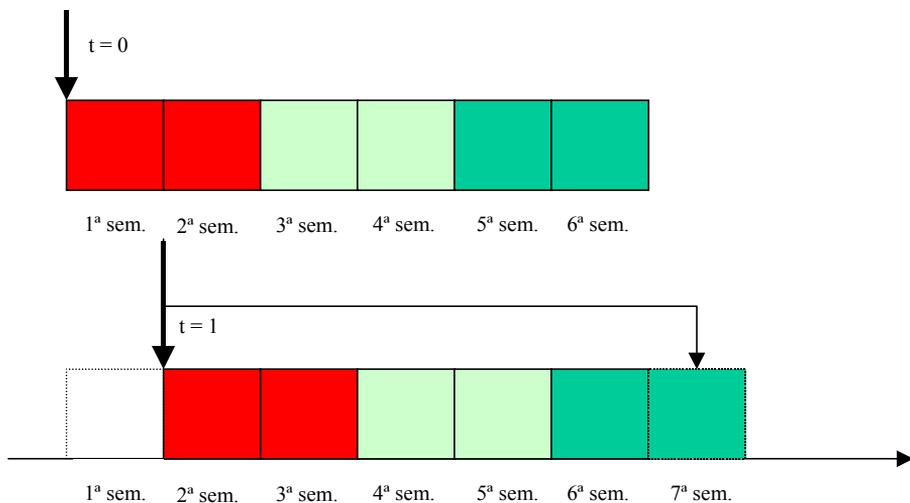


Figura 2 : Plan Maestro Previsional-Tentativo

Las 2 semanas segmentadas proceden de la *Oficina de Programación Europea*, que mediante un Sistema propio realiza la segmentación de los vehículos ya programados y de los pendientes en el Pool de cada Planta. O lo que es lo mismo, se asigna para cada día la cantidad de vehículos de cada clase que se fabricarán.

En la Figura 2, se expresa, en función de la tonalidad, la capacidad de hacer cambios. En las dos primeras semanas los Vehículos ya están segmentados y apenas se podrán hacer cambios. En las cuatro siguientes sí, significando que los cambios que se admiten en dicho Pool son mayores cuanto más a la derecha nos encontramos.

Dicha segmentación genera un *Documento 1* que consta de los vehículos a fabricar cada día codificados según un código propio. El Código especifica unívocamente las características concretas de cada vehículo. Se recibe cada semana en Planta.

Además existe un *Documento 2*, que se añade diariamente al Pool pendiente, de manera que la Planta conoce las cantidades aproximadas a fabricar en las próximas semanas.

4 Conclusiones.

Se ha establecido la Planificación-Programación de la Producción, en el Sector del Automóvil, utilizando el concepto de "Pseudo-Listas de Materiales" o "S-Files en lugar de la visión tradicional de Productos finales (automóviles). Se ha desarrollado el PMP a nivel de estos módulos, de forma que se reduce la complejidad que existiría si se tratasen Listas de Materiales distintas para cada automóvil. De esta forma el montaje (según especificaciones de los Clientes) se podrá efectuar rápidamente .

Referencias

- [1] Gibson P., Greenhalgh, G. and Kerr, R.(1995); "*Manufacturing Management. Principles and Concepts*", Chapman and Hall
- [2] Pérez D., Lario F.C., García J.P (2001) "Listas de Materiales y S-Files", *V Congreso de Ingeniería de Organización (Vigo)*.
- [3] Lario F.C., Miralles C., García J.P (2001) "La Programación de la Producción en el Sector del Automóvil", *IV Congreso de Ingeniería de Organización (Sevilla)*, pp. 291-292

Agradecimientos

Agradecer a la Empresa de Fabricación y Montaje de Automóviles su disposición a proporcionarnos los datos necesarios para la realización de la presente comunicación.