

UF1125: Técnicas de programación en fabricación mecánica

Elaborado por: Antonio Salado Ortiz
Corregido por Beatriz Marta de la Iglesia Rodríguez

Edición: 5.1

EDITORIAL ELEARNING S.L.

ISBN: 978-84-16275-21-2

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

Presentación

- **Identificación de la Unidad Formativa:**

Bienvenido a la Unidad Formativa **UF1125: Técnicas de programación en fabricación mecánica**. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo **MF1267_3: Técnicas de programación y control de la producción en fabricación mecánica**, que forma parte del Certificado de Profesionalidad **FMEM0109: Gestión de la producción en fabricación mecánica** de la familia profesional **Fabricación Mecánica**.

- **Presentación de los contenidos:**

La finalidad de esta unidad formativa es enseñar al alumno a establecer la cantidad de piezas o artículos y el momento de su fabricación para obtener los subconjuntos, productos terminados, tratados o transformados del sector de fabricación mecánica en el plazo fijado y con el máximo aprovechamiento de los recursos, a partir de la documentación técnica del proceso y órdenes de fabricación.

Para ello, se analizará la programación de la producción y la construcción de grafos en fabricación mecánica y la información de proceso y flexibilización de los sistemas de producción. Además, se profundizará en la simulación de producción de fabricación mecánica.

– **Objetivos:**

Al finalizar esta Unidad Formativa aprenderás a:

- Analizar la documentación técnica que se emplea en la programación y control de la producción en fabricación mecánica.
- Gestionar el desarrollo de un proceso, sus fases, etapas y secuencias.
- Realizar una propuesta de fabricación mecánica, la documentación del producto, la disposición y características de los medios de producción.

Índice

UD1. Programación de la producción en fabricación mecánica

1.1. Introducción: Historia, conceptos, métodos, modelos y algoritmos..	9
1.2. Planificación estratégica.....	34
1.3. Plan de producción agregada	38
1.4. Planificación de la producción desagregada o Sistema Maestro de Producción (MSP)	50
1.5. Plan de requerimiento de materiales (MRP)	52
1.6. Políticas de producción: con limitaciones de stocks, producción regular y extraordinaria, y por lotes	65
1.7. Capacidades de producción y cargas de trabajo	69
1.8. Gestión e introducción a las redes de colas	98
1.9. Asignación y secuenciación de cargas de trabajo	106

UD2. Construcción de grafos en la planificación y programación en fabricación mecánica

2.1. Modelización de organización industrial mediante grafos	123
2.2. Conceptos y terminología	124
2.3. Representación de grafos.....	126
2.4. Problemas numéricos y de optimización de grafos.....	128
2.5. Paquetes informáticos	143
2.6. Problemas de caminos (rutas de trabajo)	145
2.7. Flujos de trabajo	153
2.8. Causas y costes de espera	169

UD3. Información de proceso y flexibilización de los sistemas de producción en fabricación mecánica

3.1. Cumplimentación de la información del proceso	185
3.2. Aplicación de técnicas de organización	191
3.3. Planificación y flexibilización de recursos humanos.....	212
3.4. Sistemas con esperas.....	219
3.5. Utilización de modelos estándar de la teoría de colas.....	224
3.6. Causas y costes de espera	230
3.7. Gestión de colas	237
3.8. Estimación de los parámetros de proceso	239

UD4. Simulación de producción de fabricación mecánica

4.1. Concepto, clasificación y aplicaciones	265
4.2. Gestión del reloj en la simulación discreta.....	270
4.3. Simulación aleatoria, obtención de muestras y análisis de resultados	275
4.4. Introducción a los lenguajes de simulación	284
Glosario	293

Soluciones.....	297
-----------------	-----

UD1

Programación de
la producción en
fabricación mecánica

- 1.1. Introducción: Historia, conceptos, métodos, modelos y algoritmos
- 1.2. Planificación estratégica
- 1.3. Plan de producción agregada
- 1.4. Planificación de la producción desagregada o Sistema Maestro de Producción (MSP)
- 1.5. Plan de requerimiento de materiales (MRP)
- 1.6. Políticas de producción: con limitaciones de stocks, producción regular y extraordinaria, y por lotes
- 1.7. Capacidades de producción y cargas de trabajo
- 1.8. Gestión e introducción a las redes de colas
- 1.9. Asignación y secuenciación de cargas de trabajo

1.1. Introducción: Historia, conceptos, métodos, modelos y algoritmos

El término producción se utiliza con frecuencia con diferentes significados. En sentido estricto se aplica a la fabricación de los bienes materiales que precisa la sociedad. Es decir, bienes de consumo como alimentos, vestidos o automóviles, o bien bienes de inversión como máquinas, herramientas o generadores eléctricos.

No obstante, hay que decir que el término producción también puede aplicarse a los servicios (se habla entonces de servucción) como podrían ser la sanidad, la educación o el comercio.

En toda empresa pueden distinguirse al menos tres funciones principales: la función comercial, la función administrativa y financiera, y la función de producción.

La función comercial busca conseguir clientes para los productos o servicios de la empresa.

La función administrativa y financiera quiere gestionar de forma adecuada las finanzas y recursos económicos de la empresa, que como sabemos se miden siempre en unidades monetarias.

La función de producción cuyo objeto son las operaciones físicas que se precisan realizar para la transformación de unos materiales iniciales en productos terminados o para la realización de un servicio, existe siempre.

Lo explicamos, una empresa pública como un ayuntamiento no tendrá una función comercial de búsqueda de clientela (o al menos no es lo habitual) pero sí que necesitará de una función operativa, de producción para dar servicio a sus ciudadanos.

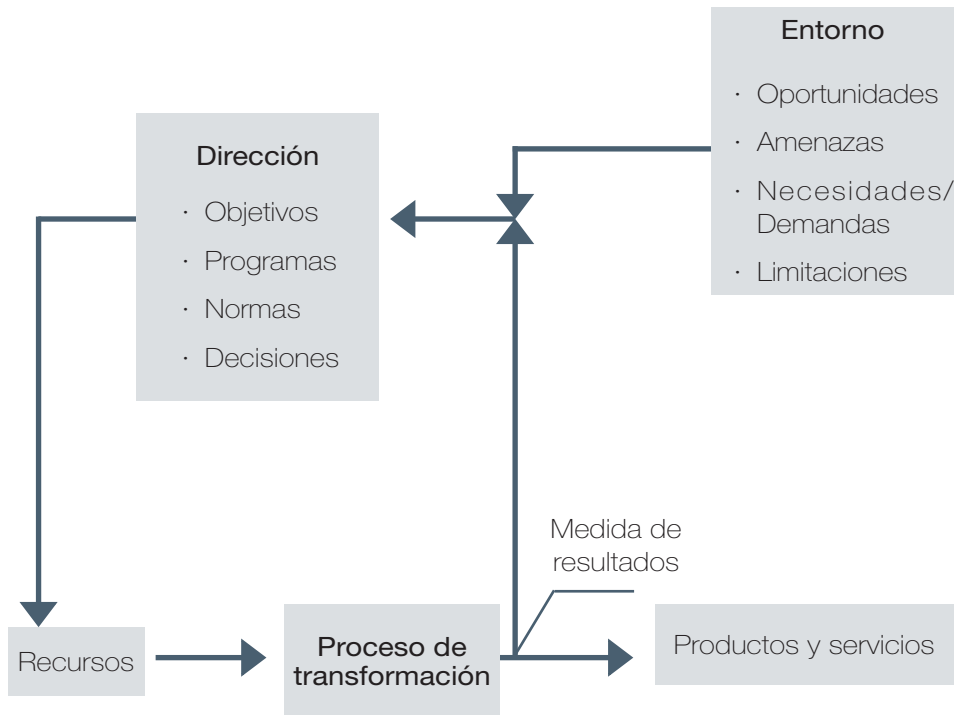
La gestión de la producción o de las operaciones, se orienta a la utilización más económica, eficiente, de unos medios (máquinas, espacios, instalaciones o recursos de cualquier tipo) por unos empleados u operarios, con la finalidad de transformar unas materias primas en productos o la realización de un servicio.

Esta transformación de recursos siempre supone unos costes para la empresa; y ese conjunto de recursos y sus costes asociados lo llamaremos **sistema productivo**.

En un sistema productivo es necesario gestionar las entradas en función de las salidas, es decir, los recursos en función de los productos, lo que requiere establecer algún canal de control entre entradas y salidas, es decir un sistema de dirección y control. Si los productos resultan excesivos para la demanda, habrá que reducir los materiales y las horas de trabajo, o si hay productos defectuosos, habrá que mejorar la calidad.

De forma continua se tiene que evaluar en un sistema productivo los resultados obtenidos, teniendo en cuenta la información del entorno: las necesidades, las limitaciones, las oportunidades y las amenazas.

Con toda esa información, la dirección de la empresa podrá fijar objetivos y programas de acción para conseguirlos, así como los recursos necesarios (su cantidad y el tipo necesarios).



En el gráfico anterior se representa una simplificación de la realidad, pero bastante ajustada a lo que realmente ocurre.

Dentro del sistema de producción no sólo hay factores que actúan en la entrada y la salida, si no que hay también un conjunto de subsistemas productivos (con sus correspondientes entradas y salidas y sistemas de control): un puesto de trabajo o una línea de producción con una entrada y una salida, constituyen la unidad elemental en la que se puede dividir un sistema productivo.

Llegados aquí, podemos hacer la pregunta: ¿Cuántos tipos de sistemas productivos se conocen?

Existen varias clasificaciones posibles, pero aquí utilizaremos la que habla de la existencia de cuatro tipos: producción por proyectos, producción tipo taller, producción en línea y producción de servicios.

Esta clasificación por su simplicidad nos es útil para centrar el concepto de proceso productivo, que no hemos de circunscribir de forma exclusiva al entorno de las empresas industriales.

Las empresas de servicios, aquellas que producen “productos” intangibles (que no pueden necesariamente materializarse) también tienen procesos de producción del servicio.

Producción por proyectos

Es el tipo de producción característico de la industria mecánica pesada (naval, maquinaria pesada, etc.) así como en las empresas que se dedican a la fabricación de bienes de equipo.

La característica fundamental de este sistema es que la gestión del sistema gira alrededor de la producción de un producto final único: excavadora, barco, línea de envasado, es decir, de un proyecto.

Siempre que hay un proceso con una gestión compleja y que tiene un comienzo y un final bien determinados se puede hablar de proyecto.

El objetivo básico de la gestión de un proyecto es conseguir que éste finalice en el plazo y coste previstos, y para conseguirlo se hace necesario prever las distintas operaciones a realizar, así como los recursos necesario y su plazo de utilización. De esa forma, la gestión del proyecto acaba estableciendo una red de operaciones que deben ser muy bien coordinadas, dada su complejidad. La herramienta típica de gestión de proyectos es la técnica PERT/CPM.

Hay que decir que en muchas ocasiones, el coste y el plazo de ejecución de un proyecto pueden ser muy sensibles a una buena o mala coordinación, sobre todo cuando el proyecto es de gran complejidad. Es frecuente, incurrir en costes inútiles debido a incidencias o retrasos en operaciones diferentes y alejadas de la ruta principal (camino crítico) del proyecto. Un seguimiento adecuado permite detectar a tiempo los retrasos y evitar la generación de esos costes.

Producción por proyectos	
Producto	Único
Proceso	Complejo (red de operaciones) con un inicio y final definidos.
Puesto de trabajo	De posiciones variables, según el proceso y producto a llevar a cabo.
Ciclo de producción	Único y generalmente largo.
Gestión	Basada en la coordinación y orientada al control de costes y plazos.

Producción tipo taller

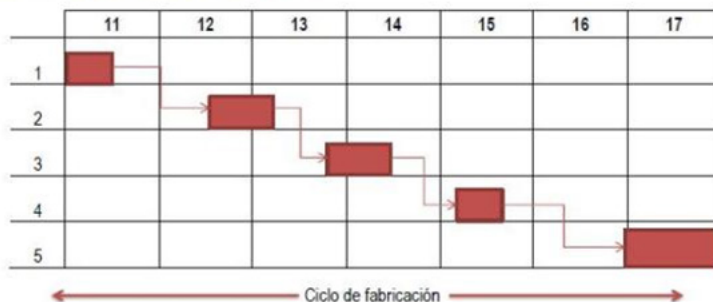
Es la producción que se realiza en talleres o instalaciones productivas organizados por funciones: corte, soldadura, enderezado, prensas, tornos, fresadores, ajuste, etc., y que en inglés se conoce como job-shop.

Este sistema lo encontramos en talleres de servicio, como los de reparación (automóviles, maquinaria...) así como en talleres mecánicos que realizan una producción de piezas muy variadas y en series cortas o incluso unitarias.

La disposición funcional de los puestos de trabajo permite una mejora en la utilización de la maquinarias cuando los procesos son muy variados y la producción no es estable. La contrapartida es que se suele producir colas de espera y en algunos puestos cuellos de botella, lo que acaba provocando grandes stocks en proceso.

La gestión se orienta a controlar la producción tratando de equilibrar objetivos contradictorios: utilización al máximo de las máquinas y plazos cortos de fabricación. Ello hace necesario establecer claramente reglas de prioridad. A continuación se ilustra este tipo de producción:

GRÁFICO DE UN PROGRAMA DE TRABAJO



TALLER FUNCIONAL



PROCESO



Producción tipo taller	
Producto	Muy variado, en lotes y series cortas o unitario.
Proceso	Variado. Distinto por producto.
Puesto de trabajo	De posiciones variables, según el proceso y producto a llevar a cabo.
Ciclo de producción	Organizados por grupos homogéneos.
Gestión	Largo, por esperas entre puestos de trabajo.

Producción en línea

Es la que se realiza en un sistema productivo en que los puestos de trabajo o máquinas están dispuestos en el mismo orden que las operaciones a realizar en los productos.

Este sistema de producción permite que las piezas pasen inmediatamente, una a una o en pequeños lotes, de un puesto a otro. Este hecho produce una reducción del ciclo de producción, ya que si la línea está equilibrada y en ella todo fluye como está previsto, no se generan colas de espera.

El equilibrado de una línea consiste en determinar el número de puestos de trabajo y su capacidad de conseguir este flujo continuo, a un ritmo de producción determinado, con la mejor utilización posible de cada puesto.

A efectos prácticos el equilibrado de las líneas de trabajo busca crear flujos continuos de materiales, intentando evitar los cuellos de botella, es decir, etapas en las que el tiempo de procesamiento del material sea demasiado largo, y por lo tanto, acabe retrasando todas las etapas que anteceden a la indicada.

No obstante, ello es difícil de conseguir, ya que las distintas tareas pueden tener tiempos muy distintos, de forma que será el tiempo más largo el que marque el ritmo global de trabajo, dificultando la buena utilización de todos los puestos.

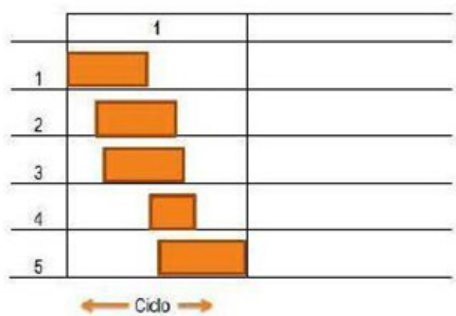
Por este motivo este sistema de producción conlleva la peor utilización de las máquinas, pero en compensación, los ciclos de trabajo son más cortos y los stocks en proceso más bajos.

Aunque pueda parecer paradójico, la conclusión final es que este sistema de producción puede llevar a conseguir productividades más altas debido

a la alta especialización de los puestos de trabajo que la componen, por mejor aprovechamiento de los tiempos gestionados por fabricación.

Es la forma de producción típica de las series largas, como las de la industria de fabricación de los electrodomésticos, del automóvil, de herramientas, etc.

PRODUCCIÓN EN LÍNEA



Línea de ejes delanteros



Producción en línea	
Producto	Poco variado y de series largas
Proceso	Bien definido y estable para cada producto
Puesto de trabajo	Organizados de acuerdo al proceso
Ciclo de producción	Aproximadamente igual a la suma de los tiempos de cada pieza o lote de trabajo en cada puesto de trabajo.
Gestión	Orientada a la mayor productividad y al mantenimiento de las instalaciones.

Producción de servicios

Es el tipo de producción típica de un hospital, un hotel, una escuela, transporte, etc. Se caracteriza por unos medios y unos servicios que se ofrecen a unos clientes.

La gestión se orienta a conseguir la máxima utilización posible de los medios disponibles, consiguiendo una calidad razonable que obtenga la satisfacción de los clientes, que suelen estar en estrecho contacto con el sistema de producción.

El problema típico de este tipo de producción es que la utilización suele mostrar mucha variabilidad, e incluso, estacionalidad. Por este motivo, lo ideal es poder ampliar los medios disponibles de forma puntual para poder atender los picos de demanda. En los últimos tiempos, la ampliación puntual de los recursos se ha llevado a cabo mediante el concepto de outsourcing, o externalización, que consiste en la adquisición temporal de recursos para hacer frente a picos de trabajo.

La gestión de este sistema productivo intenta de forma crítica la reducción de los costes fijos al mínimo, por lo que es conveniente que la mayor parte de los costes sea variable, de forma que se adapten al nivel de demanda existente.

Producción de servicios	
Producto	Servicios.
Proceso	Diverso.
Puesto de trabajo	Organización funcional o en línea según el tipo y ritmo de prestación del servicio.
Ciclo de producción	Muy variable.
Gestión	Orientada a conseguir la utilización óptima de recursos y minimizar los costes fijos, para un determinado nivel de calidad esperado.

Para gestionar todos y cada uno de los sistemas productivos mencionados, las decisiones deben estar orientadas a conseguir la mayor eficacia y/o eficiencia del sistema.

Explicamos la diferencia: el control de la eficacia sólo mide la salida del sistema (los productos o servicios) pero no su coste. El control de la eficiencia mide el rendimiento, es decir, los resultados comparados con los costes.

Un sistema de Gestión de la Producción es aquel que debe encargarse de la optima gestión de los recursos productivos para que, desarrollando las diferentes actividades de los procesos productivos, la empresa y el cliente obtengan valor.

De hecho y si profundizamos más en este importante concepto del mundo industrial podemos llegar a analizarlo, a dividirlo en grupos de actividades de gestión de características similares lo que pueden esquematizarse en base a los siguientes subsistemas de gestión que explicaremos a continuación, mostrando las actividades que cada uno de ellos incluyen: Subsistema de planificación, Subsistema operativo, Subsistema de control y Subsistema financiero.

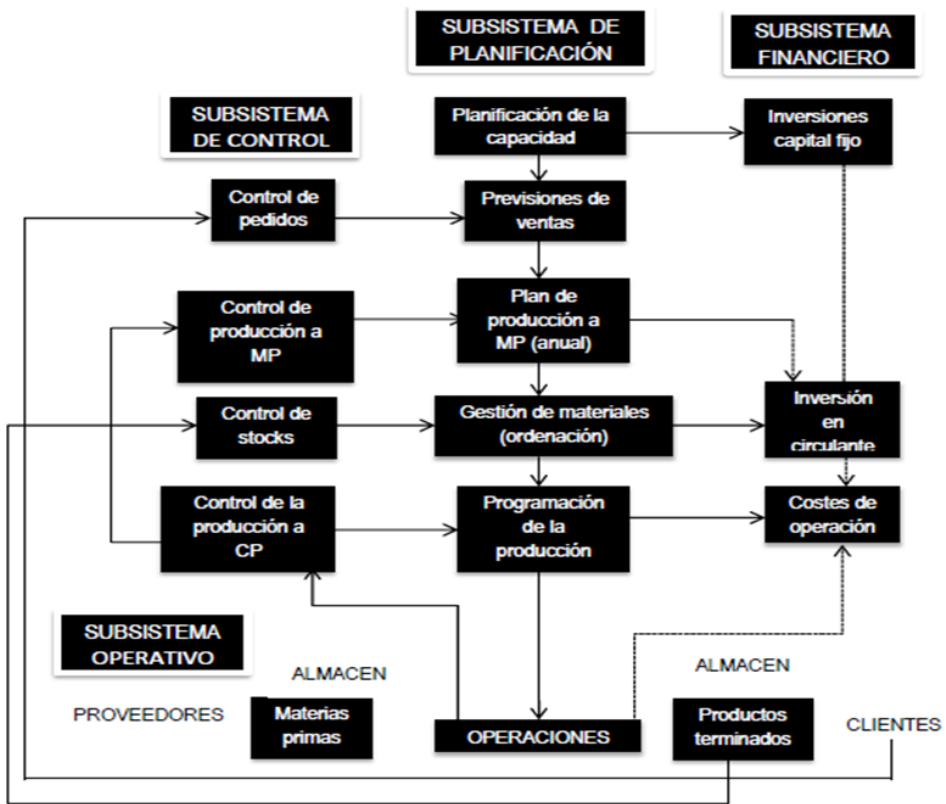
Una sorpresa al ver que hablamos del Subsistema Financiero dentro de actividades de producción. Cualquier actividad de la empresa tiene, indefectiblemente unas implicaciones de tipo económico ("detrás de todo lo que hay en la empresa, hay dinero" dicen algunos), y como además las empresas suelen tener que pedir dinero prestado para funcionar, ello conllevará un endeudamiento (devolver el préstamo más los intereses) lo que conlleva implicaciones de tipo financiero, y de ahí la participación de este subsistema en la Gestión de la Producción.

Subsistema de planificación

- **Planificación de la capacidad:** En este caso el subsistema de planificación trata de realizar una previsión de las necesidades de capacidad de la planta en diferentes horizontes temporales. A partir de dicha previsión, se podrán determinar las inversiones en instalaciones y maquinaria, lo que tiene importantes implicaciones financieras a largo plazo. La disponibilidad financiera de la empresa limitará las previsiones.
- **Previsión de venta:** Es la etapa previa a la planificación de la producción, consistiendo en la previsión de la cantidad y tipo de productos que requieren los clientes, en base a determinadas acciones comerciales y estimaciones de datos (pronósticos de demanda).
- **Plan de producción:** Existen muchos posibles planes de producción que podrían satisfacer una previsión de la demanda. Aquí se trata de determi-

nar cuál de esos planes es el más conveniente en relación con los costes totales implicados. Este plan determinará las necesidades de personal (fijo y variable) y las necesidades de materiales.

- **Gestión de materiales:** Consiste en determinar las necesidades de materiales en relación a la gestión que la empresa hace de sus stocks. Tiene implicaciones financieras relacionadas con la inversión.
- **Ordenación de la producción:** Transforma las necesidades anteriores en órdenes de compra y/o fabricación a corto plazo (Programación, en sentido estricto).
- **Programación de la producción:** Optimiza los recursos productivos a corto plazo, programando órdenes concretas y definiendo prioridades.
- **Subsistema operativo:** Lo forman el conjunto de operaciones de realización de la producción, desde la entrada de materias primas desde los proveedores hasta la salida del producto terminado a los clientes. El seguimiento de estas operaciones nos da la información necesaria para el control de producción.
- **Subsistema de control:** Control de producción: Formado por la comparación de las medidas de ejecución de los trabajos con las previsiones realizadas inicialmente (fechas de finalización, tiempos, costes, etc.).
- **Control de stocks:** Las entradas y salidas de materias primas y productos terminados se controlan en este subsistema en relación directa a la política de stocks de la empresa.
- **Subsistema financiero:** Las tareas necesarias para la ejecución de la producción producen costes y compromisos financieros que hay que atender y conocer con precisión. Este subsistema liga directamente con la contabilidad de la empresa.



Llegados a este punto podríamos preguntarnos si todos los subsistemas mencionados tienen la misma importancia para los diferentes sistemas de producción. Y la respuesta es negativa, debido a las características intrínsecas de cada tipo de proceso productivo:

En la producción por proyectos no tiene relevancia el control de los pedidos dada su escasez, pero es muy importante la ordenación y control de la producción; al igual que ocurre en la producción tipo taller.

En la producción en línea, cuando se fabrican productos en serie todos los subsistemas tienen importancia, mientras que si el proceso es en línea continua (fabricación de papel, cemento, etc.) las funciones más importantes son las que se relacionan con el largo plazo (capacidad, previsiones de ventas, plan de producción).

Para finalizar, en la prestación de servicios, tiene gran importancia la planificación de la capacidad y el control de los pedidos.

		Tipo de producción				
	Funciones	Por proyecto	Taller funcional	Producción línea		Prestación servicios
				Serie	Continua	
Planificación	Planificación capacidad	B	M	M	A	A
	Previsión ventas	B	M	A	A	B
	Plan de producción	B	M	A	A	B
	Gestión de materiales	M	M	A	M	B
	Ordenación/ Programación/ Producción	A	A	M	B	M
Control	Control de pedidos	B	M	A	M	A
	Control de stocks	B	M	A	M	M
	Control de producción	A	A	M	B	B
A= Alta M=Media B=Baja						

Antes de continuar profundizando en los aspectos concretos de la programación de la producción mostramos a continuación un ejemplo simplificado pero significativo de la información que se deriva del subsistema de planificación:

La empresa ZORTI es una empresa que diseña y fabrica sistemas electrónicos de control automático utilizados en equipos industriales de acondicionamiento de aire y calderas. Suministra dos modelos de su sistema:

P1: el más utilizado y del que se venden 1000 unidades anuales.

P2: el más complejo y del que se esperan vender 240 unidades anuales.