

Aplicación de la filosofía CIM (Computer Integrated Manufacturing) en una empresa dedicada al diseño, producción y comercialización de calzado.

¹Josefa Mula Bru, ²Raúl Poler Escoto

¹ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI; Plaza Ferrándiz Carbonell, 2; 03801 ALCOI (Alicante),
finula@omp.upv.es

²ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR D'ALCOI; Plaza Ferrándiz Carbonell, 2; 03801 ALCOI (Alicante),
rpoler@omp.upv.es

RESUMEN

Quizás la industria del calzado sea una de las más cambiantes en un mundo en constante evolución. La estacionalidad es un factor clave en esta industria, por lo que la rapidez de los tiempos de respuesta y la agilidad para atender a los clientes son consideraciones primordiales. Su necesidad es poder ofrecer relevante información de manera rápida, para satisfacer las demandas de un mercado dinámico.

El presente artículo tiene como objeto final la exposición de un caso real de aplicación de la filosofía CIM (Computer Integrated Manufacturing), basada en la máxima implantación de sistemas informáticos en los procesos de fabricación para obtener el máximo beneficio, en una empresa dedicada al diseño, producción y comercialización de calzado de tiempo libre.

1 Introducción.

La industria del calzado, que nació en un ambiente puramente familiar y con medios muy rudimentarios, se ha visto necesitada de evolucionar hacia sistemas organizativos para hacer frente a una complejidad cada vez mayor del sistema productivo.

El caso expuesto se refiere a una empresa familiar, situada en la provincia de Alicante (60 empleados y una facturación de 2.500 millones de pesetas). Esta empresa ha experimentado un crecimiento espectacular de sus ventas en los últimos cinco años sin haber cambiado su estructura organizativa tradicional, donde el gerente de la empresa sigue siendo el alma de la fábrica.

Con la estrategia CIM se pretende integrar los sistemas de planificación y control de la producción con los sistemas de diseño, administración y con la planta de producción. Respecto a la integración a través del flujo de materiales, la empresa había estudiado en el año 1995 un proyecto de implantación de una línea automatizada y robotizada de fabricación de calzado pagado, aunque no se llegó a implantar por su inviabilidad económica.

2 La Empresa.

La empresa tuvo sus orígenes en la década de los setenta. Su actividad principal es el diseño, producción y comercialización de calzado de tiempo libre. Tras varios intentos por crear su propia marca comercial, es en 1990 cuando emprendió una nueva andadura empresarial que culminó con el posicionamiento de la empresa en el segmento de moda joven del mercado nacional y diversos mercados internacionales. Paralelamente a la evolución de su propia marca comercial, la empresa es colaboradora de una de las marcas más importantes de calzado de moda joven en el ámbito internacional.

El problema fundamental al que se enfrentaba la empresa era un fuerte incremento de la demanda de sus productos, lo que motivó un elevado índice de incumplimiento de las fechas de servicio. En lo referente al producto, éste había evolucionado hacia estructuras cada vez más complejas, lo cual multiplicaba los problemas de planificación de compras y fabricación de componentes.

Por último, su sistema de información no era suficientemente efectivo para las nuevas necesidades de la empresa que implicaban mayor número de centros de trabajo subcontratados. Era necesario, no sólo disponer de sistemas ágiles y robustos de almacenamiento y tratamiento de información sino de soportes a la toma de decisión.

2.1 Análisis de las necesidades.

El sistema de manejo de la información utilizado en la empresa tenía como base una red de área local (LAN). Dicho sistema presentaba serios problemas de integración como información duplicada, información anticuada y dificultades en el acceso a la información. Algunos ejemplos fueron:

En el área de diseño, el departamento responsable creaba cada temporada (otoño-invierno y primavera-verano) los diseños, patrones y hojas técnicas de los modelos manualmente. El personal responsable de la gestión de la producción tenía que teclear toda la información en el programa de gestión de la producción donde se generan las notas para fabricación y se emiten las órdenes de compra de los componentes. Cuando se producían modificaciones en las especificaciones técnicas de los modelos, la información debía estar correctamente actualizada en ambos registros, el registro manual del Departamento de Diseño y el registro informático del programa de gestión de la producción. Además de la duplicidad de la información, estaba el cuello de botella que suponía al inicio de cada temporada la grabación de los modelos por personal no perteneciente al Departamento de Diseño.

Respecto a la planificación y programación de la producción, ésta es casi inexistente. La empresa fabrica sobre pedido y las notas de fabricación se generan cuando llegan los pedidos. En la nota se transcriben íntegramente todas las características del modelo vendido. La programación suele realizarse de forma manual en las secciones por parte de los Encargados que se basan en las fechas de servicio de las notas, clientes y reclamaciones del personal del Departamento Comercial.

Finalmente, el control de planta en las diferentes secciones y centros de trabajo se realiza manualmente a través de unos impresos denominados Partes de producción. Cada viernes al finalizar la semana, la información de estos partes es depurada y analizada con la ayuda de una hoja de cálculo. Además del control de planta, existen otros tipos de información que son llevados a cabo en hojas de cálculo paralelamente al sistema de gestión comercial y producción del S.O. Prologue.

3 Aplicación de los sistemas informáticos a los procesos de fabricación.

El análisis de las necesidades de la empresa llevó a una serie de recomendaciones que se pueden resumir en la aplicación racional de los siguientes sistemas informáticos en la empresa:

- Sistema de información basado en un MRP estándar para la gestión global de la empresa.

- Sistema CAD/CAM para el diseño y desarrollo de prototipos.
- Sistema de control de planta mediante lectores de código de barras.

3.1 Sistema de gestión.

El análisis de necesidades del sistema integrado de información para la gestión de la empresa fue el primer paso del proceso de implantación. Esta fase de análisis concluyó en un documento denominado *Definición de requerimientos*.

La empresa tenía sus principales debilidades en su sistema tradicional de fabricación en el que generaba sus notas de fabricación cuando llegaban los pedidos. La nota que coincide con una línea de pedido de clientes es el instrumento alrededor del cual se mueve el conjunto organizativo de la fábrica tradicional.

La empresa empezó a detectar problemas cuando el número de reclamaciones de clientes por retrasos en las entregas se incrementó, así como devoluciones y anulaciones de pedidos sin servir. Además, se tenían dificultades para saber en todo momento cual era el inventario físico en almacén. Las secciones eran incapaces de controlar correctamente el gran número de notas generadas, así como de aumentar su productividad. La empresa se había acostumbrado a fabricar las reclamaciones en vez de los pedidos. Por todo ello, se concluyó que el sistema de planificación y control de la producción estuviera basado en un sistema MRPII.

Durante un período no inferior a ocho meses se estudiaron los siguientes sistemas de gestión: SAP, BAAN, Ross Systems, MFG/PRO, JDEdwards, Movex, JBA software, On Line, CCS, EVOLOGY, CLS, Navission, AS Software, SISTEL, GAM C, Bernabeu Consulting, Grupo Item, Gestinpro, Softnix, Visualsoft y Q&C.

La decisión final no fue fácil, ya que los paquetes sectoriales estudiados, que contemplaban aspectos muy particulares del sector, no satisfacían las expectativas en cuanto al sistema de planificación y control de la producción, el cual se alejaba mucho de la esencia del MRP. Por otro lado, la implantación de un ERP o paquete estándar basado en un MRPII, no generaba ninguna garantía de éxito ya que no se encontró ninguna aplicación en el mercado que hubiera sido implantada en una empresa nacional de calzado. Finalmente se optó por la adquisición de una aplicación estándar de MRPII.

Una vez seleccionada la aplicación se definieron aspectos tales como:

1. *Elección de la plataforma y base de datos*. El entorno operativo elegido fue Windows/NT. La base de datos seleccionada fue Progress por ser la base de datos nativa de la aplicación.
2. *Nombramiento del equipo de proyecto*.
3. *Calendario de implantación*. Se estableció el orden de implantación por áreas funcionales, empezando por Fabricación y Distribución (Compras y Gestión comercial), Contabilidad y Finanzas, y por último se acometerá el Control de calidad.
4. *Migración de los datos*.
5. *Enlace con el sistema CAD*. Dicho enlace consistió en la actualización automática de las estructuras de los productos en el módulo de fabricación, partiendo de la información generada por el sistema de diseño, la cual se exporta en un fichero ASCII plano a través de la red.
6. *Procedimientos de control del proyecto*.
7. *Riesgos*.

Tal como estaba previsto, se inició el proyecto con los módulos de Fabricación y Distribución. El sistema MRP resultó de compleja implantación. Principalmente fue necesario codificar de forma distinta los productos (uno por cada talla) y todas las estructuras de productos, así como crear rutas y centros de trabajo hasta ahora inexistentes en el sistema anterior. Además, el nuevo sistema MRP obligó a realizar cambios en la estructura organizativa de la producción. Estos cambios afectaron sobremanera al almacén de producto acabado.

La existencia de productos con tallas, que el programa estándar consideraba como productos distintos, hizo que tuvieran que ser modificados multitud de programas, informes y consultas del paquete estándar. Asimismo, se realizaron algunos ajustes sobre el MRP estándar para adaptarlo a las necesidades de la compañía. La empresa había decidido implantar inicialmente el sistema MRP dejando para una posterior etapa la implantación del sistema CRP (planificación y control de la capacidad) para pasar de un MRP a un MRPII.

Siete meses después y coincidiendo con el inicio de una nueva temporada (Abril), la empresa arrancó con el nuevo sistema funcionando en las áreas de Fabricación y Distribución, quedando pendiente la implantación de los módulos de Finanzas y Calidad. A lo largo de la temporada se tuvieron que revisar procedimientos de actuación, crear nuevos informes o consultas, etc., en definitiva, se emplearon más horas por parte de la empresa implantadora de las que estaban presupuestadas. Esto llevó a un sobrecoste para la empresa de calzado, lo que le hizo plantearse la continuidad del proyecto. No obstante, y al inicio de la segunda temporada (Octubre) los beneficios del sistema MRP implantado se hicieron notar en términos de aumento de la productividad; disminución de los plazos de entrega y como consecuencia disminución de las reclamaciones, devoluciones y anulaciones de clientes por retraso; disminución del stock del producto acabado al final de la temporada; disminución del stock de materias primas en curso; existencia de información a todos los niveles del sistema de fabricación y por último algo que a priori puede parecer un inconveniente, el hecho de que el nuevo sistema MRP suponga un aumento de nivel respecto a lo utilizado hasta ahora y que parece llevar inherente un aumento de la complejidad, ha proporcionado a la empresa una mejora de su estructura organizativa de fabricación. Todo ello lleva a la Dirección General de la empresa a apoyar la continuidad del proyecto.

A principios del nuevo año y quince meses después del inicio del proyecto, casi coincidiendo con el cierre del ejercicio fiscal, la empresa decide iniciar la implantación del módulo de Contabilidad y Finanzas. Contra todo pronóstico la implantación del módulo de Contabilidad y Finanzas fue más difícil y complicada que la de los módulos de Fabricación y Distribución. Por un lado, el paquete adquirido no era de nacionalidad española y parece ser que la mayoría de sus implantaciones habían sido realizadas con los módulos de Fabricación y Distribución enlazados a otro paquete estándar de Finanzas, líder en el sector. Esto unido al hecho de que el Resp. de Administración y Finanzas delegaba sus funciones y responsabilidades en el personal operativo de Contabilidad y Finanzas, quien además tenía que hacer frente a su trabajo diario, hizo que nuevamente la idoneidad del paquete adquirido fuera cuestionada por la empresa.

Por otro lado, en el aspecto del hardware, en un inicio se subestimó la capacidad requerida

3.2 Sistema CAD/CAM.

En la industria de calzado, se tiende a la automatización de todos los procesos, de ahí que se hayan adoptado las técnicas CAD para el diseño de modelos asistido por ordenador y la

fabricación asistida por ordenador (CAM) para completar la geometría (CAD) con el contenido tecnológico para que el modelo se pueda fabricar.

La elección del sistema CAD/CAM supuso una decisión muy importante para la empresa. El proceso de decisión siguió los siguientes pasos:

1. Estudio de las necesidades y capacidades de la empresa.
2. Estudio de la tecnología existente en el mercado. Recogida de información (características, instalaciones en funcionamiento, presupuestos, etc.)
3. Depuración.
4. Toma de la decisión.

Los sistemas de CAD/CAM estudiados por la empresa fueron: SHOEMASTER (Inglés/Italiano), USM (Inglés), TESEO (Italiano), LECTRA SYSTEMS (Francés), GERBER (Americano) y SISDEP (Español).

Todos los programas fueron analizados y estudiados por la empresa en igualdad de condiciones con una semana de dedicación para cada programa. También se realizaron visitas a algunas empresas cercanas usuarias de algunos de los sistemas anteriores.

El sistema CAD/CAM implantado permite la digitalización del modelo base diseñado sobre papel, planificado a través de una tableta digitalizadora 2D o la digitalización directa de la horma en 3D y su posterior diseño. El sistema permite la modificación de parte del modelo, corrección de piezas, etc. Los utensilios utilizados para el dibujo quedan sustituidos por el teclado y el ratón del ordenador.

Las ventajas que ofrece el sistema de diseño de calzado asistido por ordenador, pueden resumirse en los siguientes puntos: Reducción del tiempo utilizado para la creación, elaboración y escalado; ejecución de modelos más exactos; mejor ajuste y más elevada productividad; y mejor rendimiento del material.

En cuanto al escalado, una vez que se han introducido los datos, se produce el despiece de patrones en pantalla a partir del patrón plano; patrones que pueden ser transformados y modificados también en pantalla. El sistema permite el escalado en todas sus series con gran rapidez y exactitud. Posteriormente, las piezas a cortar se encajan en pantalla y se transmite esta colocación a un cortador automático con cuchilla oscilante para piel y cartulina y con fresadora para los patrones de baquelita.

A partir de la creación del modelo, se obtienen las características y consumos de las pieles y sintéticos para el empeine y los forros del zapato. Para completar las especificaciones técnicas del nuevo producto, a los datos anteriores el Dpto. de Diseño incluye el resto de componentes del zapato (piso, apliques, etc). Las especificaciones técnicas de los nuevos modelos validados son transferidas al sistema informático de gestión de la empresa. De esta forma, el proceso de diseño es enlazado con la producción, distribución, mantenimiento y servicio del producto. La ventaja de utilizar un sistema combinado con una interfaz de fácil uso es evitar las incoherencias, errores y pérdidas de tiempo que ocasiona trabajar con varios sistemas distintos.

Este proyecto se introduce en la empresa con una voluntad firme por parte de la Dirección General de la empresa así como de los propios integrantes del Departamento de Diseño. Hasta

el momento no existía ningún sistema CAD/CAM en la empresa, pero si se tenía una experiencia en la creación de modelos a mano de bastantes años.

Anteriormente al proyecto, el Departamento de Diseño lo formaban tres personas: el Director de Diseño, responsable de la parte creativa y el diseño de nuevos modelos; un responsable del patronaje y escalado de los nuevos modelos; y un responsable de la gestión de compras de algunos materiales y la creación de las fichas técnicas de los nuevos modelos a mano.

El proyecto se inicia con una estación de trabajo Silicon Graphics (Unix) para el patronaje y escalado en 2D. En principio, se establece que los tres miembros del departamento se turnen para aprender el manejo del programa en 2D. La experiencia nos llevó a que únicamente el responsable del patronaje y escalado terminó utilizando el sistema en 2D.

La estación en 2D está conectada con un PC al que se le comunican los datos del modelo para elaborar las fichas técnicas, además de con una máquina de corte para crear los patrones o modelos en piel. La base de datos se almacena en el servidor central de aplicaciones.

A partir de este momento, el Departamento de Diseño se responsabiliza de la grabación y actualización de las estructuras de los productos en el ordenador, las cuales se utilizarán en la gestión de la producción. Esto implicó la creación de un nuevo puesto de trabajo en el Departamento de Diseño que se responsabilizaría de las fichas técnicas informatizadas además de otras tareas.

El siguiente paso fue la adquisición de una nueva estación de trabajo Silicon Graphics (Windows NT) para trabajar en 3D el diseño de los modelos a partir de la horma y su exportación a la estación en 2D para el patronaje y escalado. La experiencia nos llevó a que el Director de Diseño continuó realizando sus modelos sobre papel, el responsable de patronaje y escalado tomó el testigo del diseño en 3D y se contrató una persona sin experiencia a mano para que se dedicara íntegramente al patronaje y escalado en 2D. El Departamento de Diseño creció de 3 personas a 5 personas, aunque también es cierto que los muestrarios cada temporada han crecido proporcionalmente tanto cuantitativa como cualitativamente.

En el momento, podemos decir que están conviviendo ambos sistemas, manual e informático, es decir, el lápiz y la cuchilla frente al ratón y la máquina de corte. Una experiencia cercana a la nuestra y con el mismo sistema, tuvo una implantación mucho más rápida pero también más drástica, llegado un punto el Director General de la empresa ordenó la eliminación de las mesas de dibujo y demás instrumentos manuales de trabajo.

Finalmente, es importante resaltar que la sustitución de los métodos manuales de diseño por un sistema CAD/CAM requiere de un esfuerzo y una voluntad importante por parte de los diseñadores o modelistas tradicionales de una empresa de calzado.

3.3 Sistema de control de planta.

El sistema de captura de datos en planta recoge y distribuye los datos que recibe de la planta. El proceso de captura de datos en planta se puede realizar básicamente de tres formas:

1. Utilizando un terminal del sistema (un PC de la red).
2. Empleando terminales portátiles.
3. Mediante relojes de fichaje de control de planta.

Aunque cualquiera de las tres formas es válida, cada una tiene sus ventajas y sus inconvenientes.

El primer caso, es la solución más barata, pues cualquier PC de la red nos es válido para este cometido, sólo hay que utilizar la pantalla de grabación de control de planta desarrollada al efecto en la aplicación, e ir imputando manualmente o mediante lectores de códigos de barras la información que va solicitando. Es obvio que la utilización de entradas directas a la aplicación requiere un conocimiento de su utilización, un manejo importante de la cantidad de información a introducir y por consiguiente el porcentaje de posibilidades de error es relativamente elevado. La ventaja que aporta esta solución es la inmediatez en la obtención de resultados, pues no existen traspasos en la información, pero siempre desde el momento que se han introducido en el sistema. El inconveniente mayor es la complejidad de la introducción, normalmente existe una persona encargada de dicha introducción.

El segundo caso aporta la ventaja de que la entrada de la información está automatizada y por lo tanto controlada, que los operarios pueden desplazarse con el propio terminal allá donde se requiere. Precisamente dicha ventaja en algunos casos, es un inconveniente en otros, al ser portátil, requiere que exista el proceso de carga y descarga de la información contenida en cada terminal, existiendo un desfase en la información contenida en los terminales (posibilidad de error). Si se pretende que el proceso valide las entradas, se requiere gran capacidad de memoria RAM con el consiguiente encarecimiento. No permiten la conexión de dispositivos adicionales (salvo equipos muy caros y con accesorios muy especializados) tales como impresoras, lectoras adicionales, etc. Otro de los inconvenientes es el hecho de que no depende de la propia empresa cuando se envía o reclama la información capturada. Con todo esto, el terminal portátil es aceptable sólo en los casos de captura sin validación, es decir sólo para la introducción de datos con lectura automática y sin "escritura por parte del operario", es válido para recuentos, entradas y salidas.

El tercer caso, al igual que el anterior, aporta la ventaja de la entrada de información automática, pero a diferencia del terminal portátil, es capaz de validar y actualizar la información en ficheros comunes a todos los terminales, obteniendo de esta forma datos consolidados. Otra ventaja fundamental radica en que las fichadas de planta se realizan "en tiempo real". Pero la ventaja fundamental es el control que posee la persona responsable del área sobre la información residente en los terminales remotos. El factor negativo de esta solución, es que posiblemente sea la solución más cara a corto plazo.

La implantación del sistema de captura de datos en planta se ha llevado a cabo mediante la integración de un paquete independiente del MRPII, el cual contaba con un módulo de control de planta limitado al seguimiento de las órdenes de trabajo y algo engorroso para los operarios de la planta.

El nuevo sistema de control de planta está integrado con el módulo de control de planta del MRPII, actualizando de forma automática las órdenes de trabajo liberadas, agrupadas por modelo y fecha de liberación, dejando un fichero con la información de dichas órdenes preparado para el fichaje de los tiempos reales de ejecución, mediante lectores de códigos de barras. Los tiempos de ejecución por operación y orden se almacenan en un PC de la red, pudiendo consultar o listar la situación de las órdenes de trabajo en el momento que sea necesario, pues el fichero de tiempos se actualiza en tiempo real de las fichadas realizadas en la planta.

En los centros de trabajo externos el proceso de captura de datos será el mismo que en la empresa central, sólo difiere en que es necesaria una comunicación telefónica para el envío y recepción de la información. Dicho proceso se realiza desde un PC de la red local, solicitando un menú la comunicación y si se quiere transmitir o capturar la información almacenada en dicho terminal, siempre sin la necesidad de operación externa, consiguiendo así, disponer de la situación del trabajo exterior en el momento deseado.

Cierra el proceso la actualización CIM del módulo de control de planta de la aplicación.

4 Conclusiones.

Este artículo pretende mostrar la importancia de la aplicación de los sistemas informáticos en el proceso de fabricación de una empresa tradicional y las ventajas directas derivadas.

Durante todo el artículo, se ha hablado mucho de la aplicación de los sistemas informáticos, pero no de los beneficios derivados que una buena automatización de procesos puede aportar a una empresa productora. Estos beneficios pueden ser traducidos monetariamente a ahorros y disminuciones de coste del producto. En este artículo no se incluirá la justificación económica de las inversiones realizadas, sino que se esbozarán los beneficios implicados y las ventajas directas de una buena aplicación de la informática:

- ✓ Mejora en la relación factoría – proveedores, garantizando el cumplimiento no sólo de la planificación de envíos de componentes a corto plazo, sino también de la secuencia de envío.
- ✓ Disminución directa del nivel de stock de piezas y componentes a lo largo de toda la línea de montaje, decreméntándose el nivel monetario en inventario.
- ✓ Reducción en la superficie total destinada a almacenaje, disminución de costes de manutención y almacenaje, mejor aprovechamiento de la superficie. Mejora en las condiciones laborales, mayor espaciosidad e higiene.
- ✓ Aumento de la productividad.
- ✓ Disminución del coste global del producto.
- ✓ Aumento de beneficios.
- ✓ Disminución del tiempo de servicio al cliente, mejora en la confianza y atención al cliente.
- ✓ Mejor gestión del producto y planificación del proceso.
- ✓ Ventaja competitiva frente al resto de empresas del sector.

Referencias

- Arnedo, José M^a (1992) “Fabricación integrada por ordenador (CIM)”, *Marcombo, S.A.*
- Vollman, T., Berry, W., Whybark, D. (1995) “Sistemas de planificación y control de la fabricación”, *Irwin.*
- Vicens, E., Poler, R., Ortiz, A., otros, (1999) “Apuntes de gestión industrial en sistemas de producción inventario”, *SPUPV 99.399*, Valencia
- Amat, J. M. (1999) “Tecnología del Calzado”, *Gráficas Díaz, S.L.*
- Whitten J. L., Bentley L. D., Barlow V. M., (1996) “Análisis y diseño de sistemas de información”, *Irwin.*
- Lario F., Vicens E., Ros L., otros, (1999) “Gestión de sistemas avanzados de fabricación”, *SPUPV-99.432.*