

## DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FLUJO DE MATERIALES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AUTOMÓVIL

Hawa M.<sup>1</sup>, Rodríguez A.<sup>1</sup>, Poler R.<sup>1</sup>, Pastor S.<sup>1</sup>, García J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo G.I.P (Gestión e Ingeniería de Producción). <http://gip.upv.es>  
Departamento de Organización de Empresas, Economía Financiera y Contabilidad.  
Universidad Politécnica de Valencia.  
Correo-e: mhawa@omp.upv.es; arodriguez@omp.upv.es; rpoler@omp.upv.es;  
spastor@omp.upv.es, jpgarcia@omp.upv.es

### RESUMEN

*La actividad diaria de una empresa industrial conlleva la generación de una gran cantidad de datos, relacionada principalmente con la fabricación de sus productos. En ese contexto, aparecen generalmente dos necesidades básicas: el almacenamiento persistente, eficiente y efectivo de los datos, y la conversión del dato en información, útil y relevante para la empresa. Este trabajo describe una propuesta que cubre las fases de análisis de requerimientos, diseño, implementación e implantación de un sistema de información que resuelve ambas necesidades en una empresa del sector automóvil para el seguimiento de la producción y flujo de materiales.*

**Palabras claves:** Seguimiento de la Producción, Flujo de Materiales, Sistema de Información, Empresa, Sector Automóvil, Dato, Información

### 1. VISIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

El seguimiento, ya sea en tiempo real o en tiempo diferido, de la actividad productiva diaria se presenta cada vez más como una necesidad para los mandos intermedios y directivos de las empresas industriales, necesidad que a menudo no está resuelta o sólo lo está parcialmente. El acceso a la información relevante, en el lugar y momento adecuados por una parte, y el tratamiento versátil, intuitivo y a la vez avanzado de dicha información son dos cuestiones implícitas en el seguimiento de los procesos productivos (De Miguel, 1991).

Generalmente, esta problemática no se plantea como prioritaria en un primer tiempo en la empresa industrial por la complejidad que suele entrañar, pero es la consecuencia lógica y natural de la tendencia hacia una información y comunicación cada vez más importantes en el ambiente de operación de la

empresa<sup>1</sup>. La evolución de las tecnologías de la información y comunicación y su aplicación a la mejora de los sistemas de información y comunicación corporativos hace más viable la implantación de soluciones que permitan suplir a esas necesidades de la empresa industrial (Reix, 1995).

En este contexto de trabajo aparecen tres problemáticas concretas:

- La recogida en planta de los datos
- El almacenamiento de los datos en un sistema de información y eventualmente el pre-procesamiento de los mismos
- La transformación de los datos en información y su entrega al usuario

La cuestión de la transformación del dato en información merece consideraciones adicionales. Consiste en la conversión de los datos recogidos por el sistema en información útil, legible y relevante para el usuario. Implica generalmente un proceso transparente al usuario de análisis, manipulación, síntesis y abstracción de los datos y se puede equiparar a la transformación de la materia prima en producto terminado.

## **2. VISIÓN PARTICULAR DEL PROBLEMA**

Dentro de la problemática general anterior, en este artículo se describe el desarrollo de un sistema de seguimiento de la producción y flujo de materiales para resolver las necesidades concretas de una empresa del sector automóvil. En este ámbito de actuación, los productos son los diferentes vehículos fabricados por la empresa y la situación de partida de las tres problemáticas a resolver (recogida en planta, almacenamiento y procesamiento de los datos) era la siguiente en el momento del inicio del proyecto:

- Recogida de los datos en tiempo real en planta: Esta problemática se encontraba resuelta en la empresa
- Almacenamiento de los datos: Esta problemática se encontraba resuelta parcialmente. Cuando un vehículo pasa por las sucesivas zonas de trabajo de la planta, va generando una gran cantidad de datos que, después de ser recogidos por el sistema, sólo quedan almacenados durante un tiempo limitado y posteriormente son eliminados. Dichos datos son relativos entre otros al vehículo construido y a los instantes de paso por los múltiples puntos de lectura de la planta.
- Procesamiento de los datos: Nuevamente esta problemática sólo estaba resuelta parcialmente en la empresa ya que las soluciones de transformación del dato en información que proporcionaban los sistemas existentes

---

<sup>1</sup> El concepto de ambiente de operación se contrapone al de ingeniería tal y como lo introduce CIMOSA (AMICE, 1993)

implicaban un proceso tedioso y que no aprovechaba todo el potencial de los datos.

Dada la situación de la empresa, se plantean por lo tanto dos frentes principales de trabajo y de propuesta de soluciones:

- El almacenamiento persistente, eficiente y efectivo de los datos, y
- La conversión del dato en información, útil y relevante para la empresa

En el caso de la empresa considerada, la conversión de la gran cantidad de datos recogida en planta en información concisa, legible y sobre todo útil es de gran importancia para los niveles directivos e intermedios de la empresa básicamente por tres motivos:

- Disponibilidad de históricos de producción de la empresa, y por lo tanto posibilidad de elaborar análisis, estadísticas e informes de producción
- Localización de colectivos de vehículos que cumplen un conjunto de criterios establecidos por el usuario, por ejemplo para la identificación completa de los datos de vehículos defectuosos
- Seguimiento de la producción amigable para el usuario, versátil en el tipo de información obtenido, y avanzado en la valía de los resultados suministrados por el sistema

### **3. PROPUESTA Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

La propuesta adoptada se centra en:

- Generar un nuevo sistema de información que almacene de forma persistente, eficiente y efectiva los datos (Korth y Silberschatz, 1993)
- Construir un motor de consultas para proporcionar al usuario directamente desde su puesto habitual de trabajo la información que le sea de interés y presentándola de la forma apropiada

Se definen además los tres objetivos principales siguientes:

- Acomodar el diseño del sistema a las necesidades de los colectivos de usuarios, ayudando en la medida de lo posible a facilitar su trabajo diario
- Estar próximo a la visión y al lenguaje del usuario tanto en la formulación de las preguntas al sistema como en la presentación de los resultados
- Extraer la máxima información de los datos recogidos y almacenados por el sistema

Para ello, se ha llevado a cabo un proyecto basado en doce fases de desarrollo (Tabla 1) (McConnell, 1997).

<b>Fase 1:</b> Identificación de los usuarios potenciales del sistema entre la alta dirección y los mandos intermedios de la empresa
<b>Fase 2:</b> Concertación de entrevistas personales con los usuarios potenciales del sistema y elaboración de cuestionarios tipo con el fin de conocer de forma detallada las necesidades de información. Con ello se contesta básicamente a cuatro preguntas: (1) ¿Qué tipo de información se necesita obtener? (2) ¿Con qué frecuencia se necesita obtener? (3) ¿Se obtiene actualmente dicha información a través de otro sistema de información? (4) ¿Qué tipo de presentación se espera obtener de la información?
<b>Fase 3:</b> Entrevistas con los operadores y responsables de los sistemas actuales de la empresa y resolución de cuestiones técnicas relacionadas con el desarrollo del nuevo sistema y su interacción con los sistemas existentes. Esto se debe principalmente a que el nuevo sistema se basa en la obtención de información disponible durante un tiempo limitado en los sistemas existentes de la empresa.
<b>Fase 4:</b> Obtención de una muestra de un mes de datos reales para diseñar el sistema desde el principio con datos reales de la empresa.
<b>Fase 5:</b> Elaboración de un plan de actuación para el desarrollo del prototipo del nuevo sistema que debe ser validado por la empresa. Este plan incluye básicamente tres elementos: (1) Conjunto de características, elementos y resultados proporcionados por el sistema, (2) Propuesta de arquitectura informática y de telecomunicaciones del sistema, y (3) Propuesta de especificaciones de equipamiento hardware y software necesario para el funcionamiento del sistema.
<b>Fase 6:</b> Diseño del sistema que incluye cuatro aspectos: (1) Diseño de la base de datos relacional que sirve de repositorio de información del sistema (Korth y Silberschatz, 1993), (2) Diseño de los algoritmos y de las estructuras de datos, (3) Diseño de la arquitectura del sistema (Bernus, Mertins y Schmidt, 1998), y (4) Diseño de los interfaces gráficos de usuario
<b>Fase 7:</b> Proceso iterativo de implementación de versiones (primero alfa y a posteriori beta) del sistema y validación por parte de los usuarios
<b>Fase 8:</b> Entrega e implantación en la empresa del prototipo del sistema para un conjunto reducido de usuarios de prueba
<b>Fase 9:</b> Primera fase de formación de los usuarios de prueba
<b>Fase 10:</b> Modificación, mejora y validación definitiva del sistema que lleva a la entrega e implantación a gran escala del sistema final
<b>Fase 11:</b> Formación del conjunto total de colectivos de usuarios del sistema
<b>Fase 12:</b> Definición de un plan de futuras ampliaciones y mejoras

**Tabla 1: Fases de Desarrollo del Proyecto**

#### 4. TIPOS DE CONSULTAS

Se plantean tres tipos de consultas en el sistema, ordenadas de menor a mayor potencia de resultados:

- Consulta directa sobre la base de datos: Este tipo de consulta se limita a llevar a cabo operaciones de extracción de resultados de los datos almacenados en la base de datos del sistema con un potencial equivalente a un subconjunto del lenguaje SQL (Cannan, 1993) pero ocultando al usuario la complejidad propia a este último
- Consulta simple: Es un concepto que se define como el siguiente nivel de consulta que se puede realizar en el sistema y que lleva a cabo internamente una fase de procesamiento de la información proporcionando al usuario un conjunto de informaciones de mayor valor añadido que en el caso anterior
- Consulta universal: Es un concepto que se introduce en el sistema para integrar todos los parámetros potenciales de consulta identificados en el mismo. Como su nombre indica, se presenta como la consulta más avanzada del sistema y tanto el procesamiento que lleva a cabo de los datos como el valor añadido de los resultados que proporciona son los mayores que alcanza el sistema

Conjugando estos tres tipos de consultas, el usuario obtiene la información necesaria para su trabajo diario en la empresa rebasando sustancialmente los resultados de los sistemas existentes de la empresa. Debe quedar claro que, si bien el sistema permite definir y almacenar preguntas tipo (Tabla 2), no está limitado a un conjunto preestablecido y limitado de preguntas. Por ejemplo, en la modalidad de consulta universal, el propio usuario tiene acceso a un motor de construcción de consultas universales y puede construir de forma interactiva sus consultas a medida. Dicho motor permite entre otros establecer un árbol de profundidad ilimitada combinando todas las características existentes de los vehículos y utilizando operadores lógicos AND y OR, consiguiendo con ello criterios lógicos de consulta con un número arbitrario de elementos.

<p>¿Cuál es el estado y la situación de un vehículo o conjunto de vehículos?  ¿Cuánto tiempo de proceso lleva acumulado un vehículo o conjunto de vehículos?  ¿Dónde se encuentra un vehículo o conjunto de vehículos?  ¿Cuánto tiempo ha transcurrido entre los pasos de un vehículo o conjunto de vehículos por dos puntos A y B de la planta?  ¿Cuál es el contenido y el estado de un almacén?  ¿Cuál es el tiempo de producción o de una fase productiva de la planta?  ¿Cuál es la cantidad producida según tipo de vehículo?  ¿Cuántos coches han pasado por cada punto de control durante un intervalo temporal?  ¿Cómo son los flujos de producción en diferentes puntos?  ¿Qué vehículos producidos en la planta han sido contruidos con una pieza defectuosa?  ¿Cuántos vehículos se fabricaron el pasado día D?  ¿Cuál era la producción de vehículos del tipo A que se produjo el pasado día D?  ¿Cuántos coches del tipo A y con la característica B se hicieron el día D?  ¿Cuántos vehículos del tipo A, con la característica B y/o con la característica C se hicieron el día D?</p>
--

**Tabla 2: Ejemplos de Consultas Soportadas por el Sistema**

## **5. TIPO DE INFORMES**

Se independiza la consulta a realizar de la presentación de los resultados de la misma. Con ello, se confiere al sistema una mayor flexibilidad al permitir combinar la definición de la consulta con la configuración del informe de presentación. Para ello, el sistema incorpora un motor de construcción de informes, independiente del motor de definición de consultas. Además, se pueden combinar bibliotecas de consultas con bibliotecas de informes. Con todo ello, aparte de los informes que están integrados en el sistema, se abre la puerta a que los informes generados respondan directamente a las necesidades de los usuarios y sean definidos por ellos mismos.

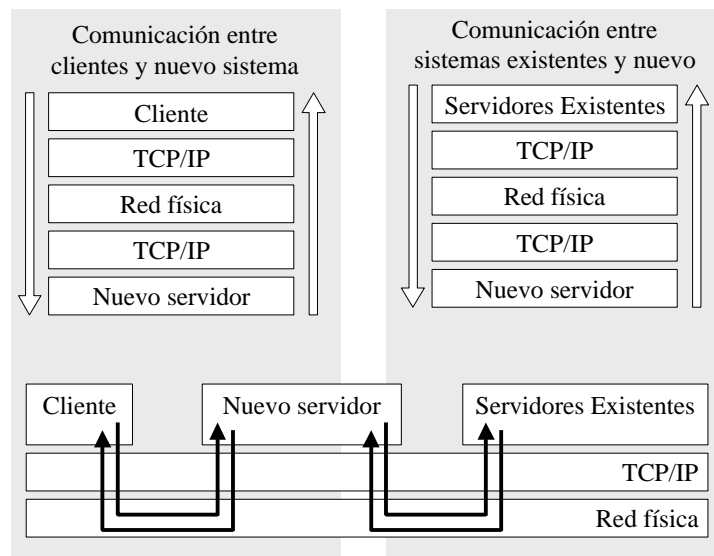
Los informes resultantes podrán suponer un nivel más o menos grande de análisis, manipulación, síntesis y abstracción del dato para su conversión en información útil para el usuario. Para ello, es posible integrar en un informe desde resultados simples (por ejemplo datos de cada uno de los vehículos que cumplen los criterios marcados por una consulta) hasta resultados estadísticos (por ejemplo medias, desviaciones, rangos de variabilidad, etc.) y gráficos (por ejemplo diagramas de tarta, de Gantt, de barras, de líneas, etc.).

## **6. CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS**

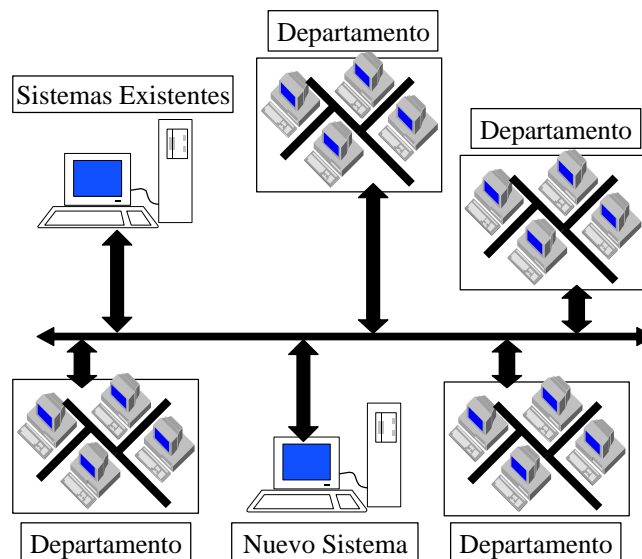
El diseño y la implementación del sistema se plantean en un primer tiempo sobre una arquitectura informática cliente/servidor en dos capas en la que se definen los dos papeles siguientes (McClure, 1993) (Figura 1):

- Clientes: Permiten el acceso y la interacción de los usuarios con el sistema mediante un interfaz de usuario gráfico (primera capa).
- Servidor: Cumple el papel de servidor de bases de datos e implementa la seguridad en la gestión del sistema de bases de datos. Ofrece a los clientes servicios de gestión de base de datos e implementa la parte servidora de la aplicación que da soporte al proyecto (segunda capa).

Para la comunicación entre el lado cliente y el lado servidor se ha optado por el uso de un protocolo estándar de comunicaciones, en concreto TCP/IP, por la flexibilidad y la cobertura que ofrece (Figura 2) (García, Ferrando y Piattini, 1997). La confidencialidad y la integridad de los datos del sistema son factores clave para su éxito. Para ello, la información proporcionada por el sistema se estructura en niveles de seguridad: cada tipo de información está restringido a un colectivo de usuarios. El propio sistema debe además llevar un registro del número de accesos, de la identificación de usuarios y de los movimientos dentro del mismo.



**Figura 1: Arquitectura Cliente/Servidor en Dos Capas del Sistema**



**Figura 2: Arquitectura Informática y de Telecomunicaciones del Sistema**

## 7. CONCLUSIONES

La disponibilidad permanente de información exhaustiva y exacta asociada con los procesos productivos diarios de una empresa industrial aporta un valor añadido importante a sus mandos directivos e intermedios. Un factor crítico para el éxito de sistemas de seguimiento de la producción consiste en ofrecer al usuario del sistema mecanismos próximos a su visión, adaptados a sus conocimientos, y con un elevado poder de configuración y personalización.

La introducción de un nuevo sistema en un entorno empresarial estable y a la vez complejo como el de la empresa considerada representa un reto en dos aspectos

principales: en primer lugar, la coexistencia armoniosa y la integración en el nivel de sistemas del nuevo desarrollo con los sistemas existentes de la empresa; en segundo lugar, la aceptación y la receptividad del sistema por parte de los usuarios no promotores del proyecto. Ambos aspectos se han adoptado como criterios de evaluación de rendimiento del proyecto y hasta la fecha se han revelado significativamente positivos para el balance provisional del mismo.

## **8. REFERENCIAS**

- AMICE (1993): *CIMOSA: Open System Architecture for CIM*. 2nd revised and extended version, Springer-Verlag, Berlin.
- BERNUS P., MERTINS K., SCHMIDT G. (1998): *Handbook of Architectures of Information Systems*. Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg.
- CANNAN S., OTTEN G. (1993): *SQL – The Standard Handbook*. McGrawHill.
- DE MIGUEL E. (1991): *Introducción a la Gestión (Management)*, Volumen II. Servicio de publicaciones, Universidad Politécnica de Valencia.
- GARCÍA J., FERRANDO S., PIATTINI M. (1997): *Redes para Proceso Distribuido*. RA-MA.
- KORTH H.F., SILBERSCHATZ A. (1993): *Fundamentos de Bases de Datos*, Segunda Edición. McGraw-Hill.
- MCCLURE S. (1993): *Information Engineering for Client/Server Architectures*. Data Base Newsletter, Boston.
- MCCONNELL S. (1997): *Desarrollo y Gestión de Proyectos Informáticos*. McGraw-Hill.
- REIX R. (1995): *Systèmes d'Information et Management des Organisations*. Collection Gestion, Vuibert.