

Aplicación de Planificación y Control de Sistemas Lógicos Basados en WML e Internet.*

M. Calle¹, J. M. García², G. Villa³, J. L. Andrade⁴

¹Ingeniero de Organización Industrial

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.
Camino de los Descubrimientos, s.n., 41092 - Sevilla
mcalles@esi.us.es

²Ingeniero Informático

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.
Camino de los Descubrimientos, s.n., 41092 - Sevilla
jmgs@esi.us.es

³Ingeniero Industrial

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.
Camino de los Descubrimientos, s.n., 41092 - Sevilla
gvilla@esi.us.es

⁴Ingeniero de Telecomunicación

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.
Camino de los Descubrimientos, s.n., 41092 - Sevilla
andrade@cartuja.us.es

RESUMEN

En el presente trabajo se expone una aplicación que responde al problema de planificación y gestión de un sistema de fabricación y distribución de productos perecederos. Entre las principales características del problema destaca en primer lugar el carácter dinámico del plan de fabricación, debido a las posibles incidencias sobre la ejecución de dicho plan, y en segundo lugar las nuevas tecnologías utilizadas en la implementación del sistema entre las que se encuentran Internet y WML sobre telefonía móvil.

1. Introducción del problema.

El presente trabajo consiste en una aplicación integral de gestión, planificación y control de un sistema productivo y logístico para productos perecederos, los cuales no pueden ser almacenados una vez fabricados. El hormigón se encuentra entre los citados productos perecederos, debido a que una vez vertidos todos los componentes en la cuba del camión hormigonera, dicha cuba comenzará a mezclar los componentes durante el periodo de transporte. Una vez que se empiezan a mezclar los componentes se dispone de un tiempo durante el cual se debe realizar el vertido del producto. Transcurrido ese periodo de tiempo se produce una degradación de las propiedades mecánicas del hormigón, lo que le confiere el atributo de perecedero.

Los procesos de fabricación y distribución están ligados en este tipo de problemas de modo que son dependientes entre sí. Otra cualidad destacable de este problema es el carácter dinámico de la realización de pedidos. Los pedidos se pueden realizar en cualquier instante de

* Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por MCYT con referencia DPI2000-0567, titulado "Diseño y desarrollo de un sistema integrado de producción y distribución en un entorno metropolitano".

tiempo. Este sistema recoge la posibilidad de realización de ordenes de pedido las cuáles soliciten como fecha de entrega el mismo día de la petición. Además el carácter dinámico del funcionamiento del sistema incluye las incidencias producidas durante la ejecución de los procesos de producción y distribución. Como ejemplos de incidencias en la producción y distribución respectivamente, podemos citar los atascos en las tolvas de los áridos para la fabricación y una demora sobre una entrega de un determinado pedido, provocado por un pinchazo del camión hormigonera, por una posible desviación de la ruta, por una demora en la realización del vertido en la obra, etc. Dichas incidencias repercuten sobre el plan de producción de modo que imposibilita la realización de las entregas posteriores. En estos casos el plan de producción dejaría de ser útil si no fuese dinámico.

Debido a todo lo expuesto anteriormente el plan de fabricación ha de poder ser recalculado dinámicamente en cualquier instante determinado.

2. Descripción del problema.

Este problema se está abordando desde varias perspectivas, por lo cual se puede clasificar de los siguientes modos:

- Clasificación dependiente de los instantes de entrega de los pedidos:
 - Con instantes fijos. Los instantes de entrega están prefijados antes de obtener el plan de fabricación y distribución. Dichos instantes son datos del problema.
 - Con instantes dentro de ventanas temporales. Los instantes de entrega están acotados, siendo consideradas dichas cotas como datos del problema. En este caso los instantes de entrega son solución del problema.
- Clasificación dependiente del número de plantas:
 - Una única planta de fabricación. Los vehículos deben regresar a la misma planta de la que partieron para realizar la entrega.
 - Varias plantas de fabricación. Los vehículos pueden regresar a cualquiera de las plantas una vez hayan completado la entrega.

A continuación se describen las características comunes a todos estos enfoques. La fabricación de un pedido se limita a un único proceso que es realizado sin interrupciones. La planta de fabricación mide su capacidad de producción en número de pedidos que pueden ser atendidos simultáneamente. Cada pedido utiliza una unidad de capacidad durante el tiempo de fabricación. Los pedidos se atienden de forma independiente, lo que significa que un pedido es transportado por un solo vehículo, que regresa a la planta una vez haya servido dicho pedido.

2.1 Datos del problema.

Los datos del problema son los siguientes:

- C , Capacidad de la planta
- V , Número de vehículos disponibles

Además, cada pedido P_i posee los siguientes datos:

- e_i , instante de entrega solicitado
- a_i , cota inferior de la ventana temporal de entrega (aplicable únicamente con ventanas temporales de entrega)
- b_i , cota superior de la ventana temporal de entrega (aplicable únicamente con ventanas temporales de entrega)
- w_i , beneficio reportado
- tf_i , tiempo de fabricación
- tr_i , tiempo de descarga
- ti_i , tiempo de envío
- tv_i , tiempo de regreso

El estudio de los tiempos de desplazamiento, tanto de envío como de regreso, son ampliados en una futura fase del proyecto. En dicha fase se obtendrán teniendo en cuenta los tiempos medios de cada tramo del viario. Dichos tiempos dependerán del sentido de circulación, y de la hora. El resultado de estos cálculos establecerá la ruta a seguir y el tiempo necesario para la fase de obtención del plan conjunto de fabricación y distribución.



Figura 1. Esquema general de un pedido con tiempos fijos de entrega.

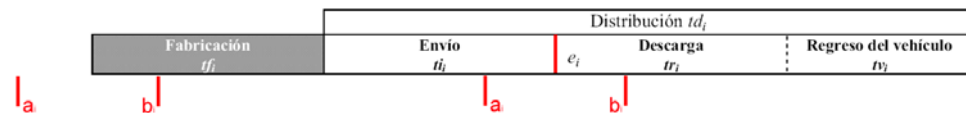


Figura 2. Esquema general de un pedido con ventanas temporales.

2.2 Escenarios del problema.

A continuación, se describen brevemente los distintos escenarios que se están estudiando. Dichos escenarios se corresponden con los siguientes:

- Escenario 1: Maximizar el valor de los pedidos. En este escenario se dispone de un número ilimitado de vehículos y por tanto el objetivo es maximizar el beneficio obtenido mediante las entregas. El método de resolución se basa en un cálculo de flujo de coste mínimo sobre un grafo $G(N,A)$.
- Escenario 2: Minimizar el número de vehículos para el número máximo de pedidos. En este escenario se busca cumplir dos objetivos para los cuales se establecen un orden de prioridades. Los objetivos ordenados por prioridades son en primer lugar maximizar el

número de pedidos, y en segundo lugar minimizar el número de vehículos.

- Otros escenarios. En los problemas que utilizan ventanas temporales se persiguen diversos objetivos entre los cuales citamos la maximización del valor de los pedidos servidos, maximización del número de pedidos servidos, minimización del número de vehículos necesarios, etc.

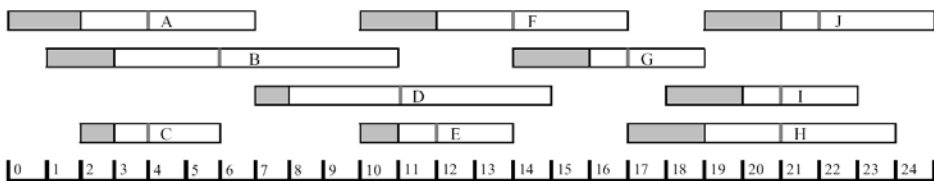


Figura 3. Plan de fabricación con instantes fijos de entrega.

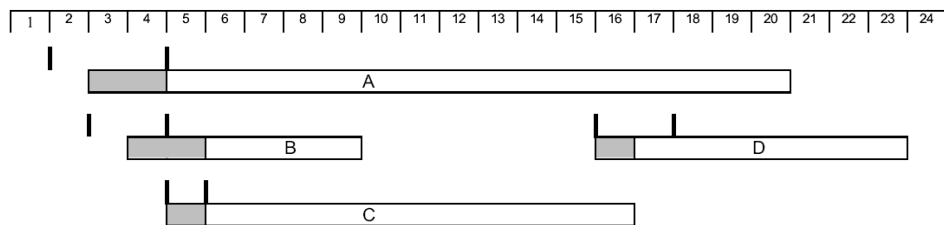


Figura 4. Plan de fabricación con ventanas temporales de entrega.

3. Descripción del sistema.

A continuación se expondrán las necesidades del sistema, la estructura adoptada, descripción de las comunicaciones y lenguajes del sistema. En último lugar se presenta una descripción detallada de la funcionalidad del sistema.

3.1 Necesidades del sistema.

Entre las necesidades iniciales del sistema destacan las siguientes:

- Gestión de pedidos.
- Planificación de la producción.
- Control de la producción.
- Comunicación directa con el sistema tanto de los clientes como de los agentes de distribución.

3.2 Estructura adoptada del sistema.

La estructura del sistema se muestra en la figura 5. Se compone de los siguientes subsistemas:

- Base de datos. Almacena los pedidos (servidos y no servidos), los datos de los clientes

y obras, datos referentes a las rutas, etc. Contiene toda la información del sistema.

- Subsistema de gestión. Realiza la gestión de los datos necesarios para el sistema.
- Subsistema de planificación. Realiza los planes de fabricación.
- Subsistema de control. Recepciona las incidencias que inutilizan el plan de producción.

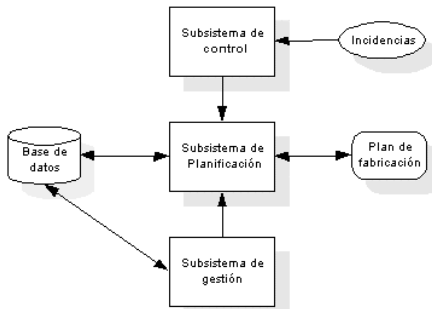


Figura 5. Estructura de sistema.

Como conclusión del apartado actual se destacan los siguientes puntos:

- Los clientes, los gestores del sistema y los agentes de distribución interactúan con el subsistema de gestión para enviar o extraer información del sistema.
- El subsistema de gestión ordena al subsistema de planificación la realización de un nuevo plan al recoger tanto nuevas peticiones como anulaciones.
- El subsistema de control ordena al subsistema de planificación la realización de un nuevo plan al recoger una incidencia que afecte al plan de producción.

3.3 Descripción de las comunicaciones y lenguajes del sistema.

En este sistema se ha optado por implementar las comunicaciones a través de Internet, debido a su fácil uso, alta disponibilidad y bajo coste. En la figura 6 se muestra un esquema ilustrativo de la estructura de las comunicaciones dentro del actual sistema.

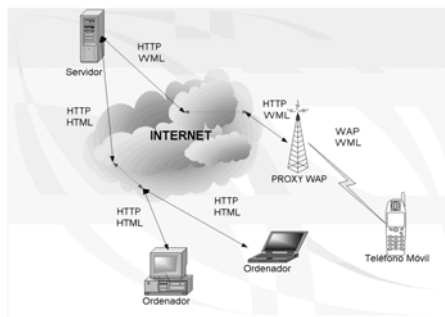


Figura 6. Estructura de las comunicaciones.

Gracias a las nuevas tecnologías se posibilita la comunicación entre ordenadores tanto fijos como portátiles. Otra de las novedades es el empleo de los teléfonos móviles para interactuar con sistemas informáticos mediante Internet.

Las comunicaciones de este sistema se basan en los siguientes protocolos:

- HTTP (HyperText Transfer Protocol). Es uno de los protocolos de comunicación más extendidos debido a su simplicidad de uso.
- WAP (Wireless Application Protocol). Este protocolo permite la comunicación inalámbrica entre un teléfono móvil y un PROXY WAP. A su vez este PROXY WAP está conectado permanentemente mediante el protocolo HTTP a Internet, de modo que es capaz de comunicarse con cualquier equipo de los conectados usualmente a Internet.

Los lenguajes utilizados en el desarrollo del sistema son los siguientes:

- ASP (Active Server Pages). Para servir páginas dinámicas dependientes de los datos almacenados en la base de datos y los proporcionados por el usuario del sistema. Además posibilita interactuar con la base de datos.
- HTML (HyperText Markup Language). Para crear la interfaz con el usuario. Se utiliza en los navegadores.
- Javascript. Para dotar de interacción en el lado de cliente en las páginas servidas al usuario. Se utiliza en los navegadores.
- WML (Wireless Markup Language). Para crear la interfaz con el usuario. Se utiliza en los teléfonos móviles.
- WMLScript. Para dotar de interacción en el lado de cliente en las páginas servidas al usuario. Se utiliza en los teléfonos móviles.

4.4 Descripción de la funcionalidad del sistema.

En este apartado se describirán las operaciones que pueden realizar los distintos tipos de usuarios del sistema y los tipos de terminales que empleará para dicha operación.

El gestor del sistema puede realizar las siguiente operaciones:

- Altas de clientes, eliminación de clientes, modificación de datos de clientes, consulta de clientes. Se realizará a través de ordenadores.
- Altas de obras, eliminación de obras, modificación de datos de obras, consulta de obras. Se realizará a través de ordenadores.
- Altas de pedidos, eliminación de pedidos, modificación de datos de pedidos, consulta de pedidos. Se realizará a través de ordenadores.

- Comunicación de incidencias. Se realizará a través de ordenadores y de teléfonos móviles.

Los clientes del sistema podrán realizar las siguiente operaciones:

- Visualización de los datos de alta de sí mismos. Se realizará a través de ordenadores.
- Visualización y modificación de datos de sus obras. Se realizará a través de ordenadores.
- Realización de altas de pedidos, eliminación de pedidos, modificación de datos de pedidos, consulta de pedidos. Se realizará a través de ordenadores y de teléfonos móviles.

Los agentes de distribución podrán realizar las siguiente operaciones:

- Consulta de pedidos. Se realizará a través de ordenadores y de teléfonos móviles.
- Comunicación de incidencias. Se realizará a través de ordenadores y de teléfonos móviles.

The screenshot shows a web browser window titled "Hormigonet - Microsoft Internet Explorer". The application has a dark blue header with the "HORMIGONET" logo and a navigation menu with the following items: CLIENTES, OBRAS, CONTRATOS, PEDIDOS, PLANIFICACIÓN, INCIDENCIAS, and RUTAS. The main content area is titled "LISTADO DE CLIENTES" and indicates "PAGINA DE RESULTADOS 1 DE 2". On the left side, there is a sidebar with the heading "CLIENTES" and a vertical list of buttons: "Mostrar", "Alta", "Baja", "Modificar", and "Consultar". The central part of the page displays a table with 10 rows of client data. The table has the following columns: Orden, Nombre del cliente, CIF, Razon social, Persona de contacto, Fax, and E-mail.

Orden	Nombre del cliente	CIF	Razon social	Persona de contacto	Fax	E-mail
1	Cliente 01	34000000	Avda La Palmera	Antonio Ruíz	954879012	aruiz@cliente01.com
2	Cliente 02	52000000	Bda. El Cerro	Basilio Pérez	954858500	bperez@cliente02.com
3	Cliente 03	52000001	Los Remedios	Manuel García	954271598	mgarcia@cliente03.com
4	Cliente 04	52000002	Macarena	Antonio Jiménez	954154685	ajimenez@cliente04.com
5	Cliente 05	52000003	Triana	José Sánchez	954168437	jsanchez@cliente05.com
6	Cliente 06	52000004	Dos Hermanas	Alfonso Cortés	954762154	acortes@cliente06.com
7	Cliente 07	52000005	Alcalá de Guadaíra	Alberto Suárez	954186495	asuarez@cliente07.com
8	Cliente 08	52000006	Carmona	Ricardo Pineda	954846267	rpineda@cliente08.com
9	Cliente 09	52000007	Bornujos	Jesús Segura	954719538	jsegura@cliente09.com
10	Cliente 10	52000008	Sevilla Este	Andrés Almagro	954219431	aalmagro@cliente10.com

Figura 7. Vista del sistema a través de ordenadores.



Figura 8. Vista del sistema a través de teléfonos móviles.

4. Futuras ampliaciones.

Entre las posibles ampliaciones que se están evaluando para una segunda fase de desarrollo destacan las siguientes:

- Introducción de GPS, mediante el cuál el sistema obtiene automáticamente la posición de la flota de vehículos.
- Visualización en Internet de la posición de la flota de vehículos en un mapa.
- Consulta y visualización en el mapa de la posición de un determinado pedido.
- Obtención de rutas y tiempos dependientes de la hora, de los sentidos de circulación, etc.

5. Referencias.

- [1] J.M. García, et al., (2001) "Production and vehicle scheduling for ready-mix operations", 29th International Conference on Computers and Industrial Engineering, Montreal, Canada
- [2] Niskanen, P., (2001) "Inside WAP: programming applications with WML and WMLScript", Addison-Wesley.
- [3] Arehart, C., (2000) "WAP Profesional", Inforbook's, Barcelona.
- [4] Frost, M., (2000) "Learning WML and WMLScript", O'Reilly.
- [5] Homer, A., et al., (2001) "Active Server Pages 3.0: professional", Inforbook's.
- [6] Powers, S., (2001) "Desarrollo de componentes ASP", Anaya Multimedia.,