

CAPÍTULO 1: Introducción

1.1 PRESENTACIÓN

Nos encontramos ante la memoria de un proyecto de investigación realizado, durante una beca de colaboración en la Factoría Renault Sevilla, por Francisco Javier Sánchez López, para la obtención del título de “Ingeniero Superior de Telecomunicación” por la Universidad de Sevilla.

El proyecto pertenece al tipo de proyectos multidisciplinares; en el que se aplican un amplio abanico de conocimientos, desde la programación software pura pasando por la programación de autómatas.

El proyecto nace como una necesidad de mejora de la forma de acceso y actualización de la información del Mapping en una de las líneas de montaje de cajas de cambio de la Factoría Renault Sevilla. Una vez dicho esto la mayoría de las personas se preguntarán: ¿qué significa la palabra Mapping? La respuesta a esta pregunta es un concepto interno a la factoría utilizado para aludir a la estructura asociada al mapa de la memoria que acompaña a las bandejas o palets que se mueven a lo largo de la línea.

Para elaboración del proyecto se han desarrollado tres tipos de tareas fundamentalmente:

- ✓ La elaboración de una estructura de datos de referencia para almacenar la información asociada al Mapping anteriormente comentado.
- ✓ La revisión de todos los programas de los autómatas que controlan la línea.
- ✓ La elaboración de una herramienta software para estandarizar y facilitar el acceso a estos datos. Dicha herramienta estará basada en un interfaz gráfico.

1.2 INTRODUCCIÓN

Lo primero que debemos hacer es aclarar aún más el concepto de Mapping. Como ya hemos mencionado ese término es un concepto interno a la factoría utilizado para aludir a la estructura que se le da al mapa de la pastilla de memoria que acompaña a los palets o bandejas que circulan por la línea.

El funcionamiento básico de la línea es el siguiente: al principio de la línea los operarios introducen los cárteres de las cajas de cambio sobre los palets que circularan por uno raíles que los transportan de una máquina a otra. En cada máquina se realiza una operación sobre el cárter, de forma que llegado al final de la línea tengamos las cajas de cambio totalmente ensambladas y terminadas.

Cada una de las máquinas de la línea está controlada por un autómeta que gestiona mediante entradas y salidas digitales las operaciones a realizar sobre la pieza. Ahora bien, estas órdenes dependerán del tipo y estado de la pieza. ¿Cómo recupera el autómeta la información sobre el tipo y el estado de la pieza que está presente en la máquina? Esta información se guarda en una pastilla de memoria que el autómeta lee cuando la pieza llega a la máquina sabiendo así cuales son las operaciones a realizar. La distribución de la memoria que se guarda en esta pastilla es lo que se llama Mapping.

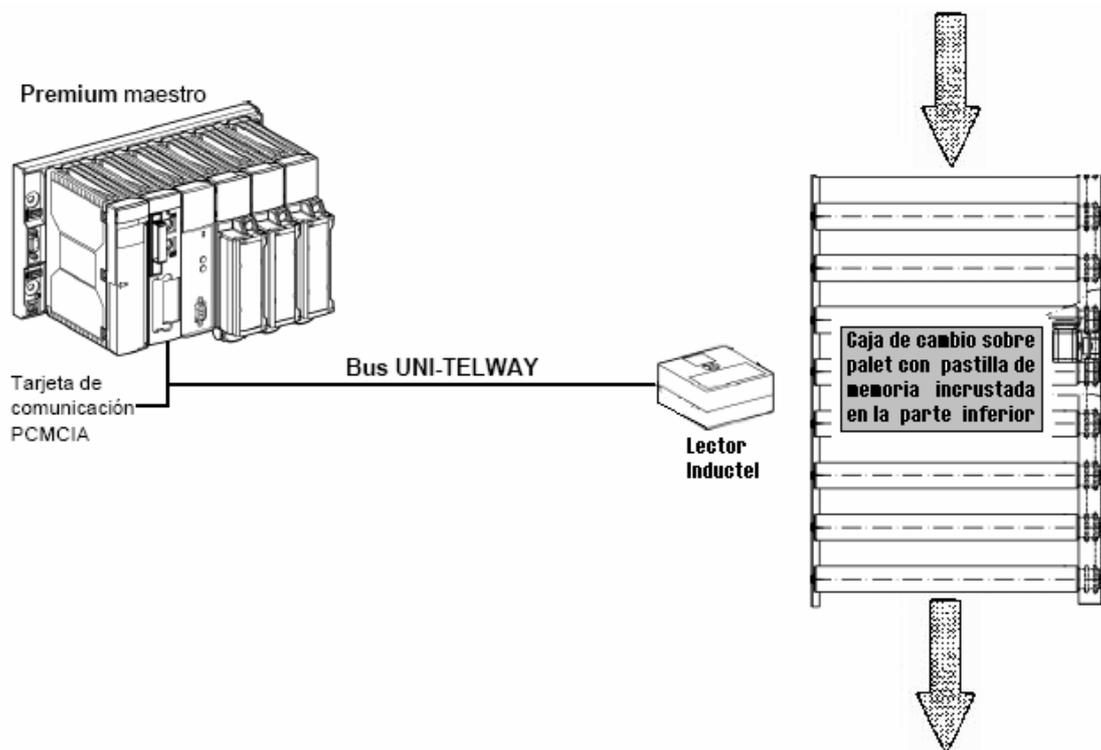


Figura 1.1: Acceso mediante el Inductel.

El mapa de la pastilla de memoria responde a un formato estándar utilizado dentro de la factoría. Este formato consiste en asignar a cada byte de la memoria un significado concreto. El conjunto de dos bytes consecutivos es lo que se denomina una palabra o word y es utilizado para almacenar datos mayores a los ocho bits de capacidad que tiene un byte. El formato completo del mapa de memoria lo podemos ver en uno de los ANEXOS.

Un ejemplo claro para que podamos entender el funcionamiento es el siguiente: el autómatas realiza una lectura del byte 252 de la pastilla, cuyo significado es el estado de la pieza con la que se está trabajando actualmente (1 si el estado es bueno y 0 si es malo), y una vez que al autómatas le llegue esta información decidirá el conjunto de operaciones a realizar sobre esta pieza.

Cada programa autómatas controla uno o más puntos de lectura y escritura sobre la memoria. A estos puntos de lectura y escritura los denominaremos puestos o Inductel, y se diferenciarán por un número (número de puesto). A cada uno de estos puestos le asignaremos lo que denominaremos "ficha de puesto" donde se definen los datos relevantes relacionados con el Mapping para ese puesto en particular.

1.3 MOTIVACIONES Y OBJETIVOS

Este proyecto surge como consecuencia de dos necesidades de la factoría:

- ✓ **La actualización de las fichas de Mapping existente**, la información existente hasta el momento estaba obsoleta dada la gran cantidad de modificaciones cursadas en los programas autómatas que controlan las máquinas de las líneas. Esto da lugar al trabajo expuesto en el Capítulo 2, y que consiste en la revisión de las constantes relacionadas con los accesos que realizan todos los autómatas a través del Inductel.
- ✓ **Facilitar y normalizar la forma de acceso a la información**, para ello se desarrolla la interfaz gráfica, que además de facilitar la visualización de los datos al usuario permite tener actualizada dicha información a través de una sección de la interfaz habilitada para tal uso. La normalización se consigue a través de la definición de un formato estándar que recoja toda la información relacionada con cada uno de los puestos de acceso al Inductel.
- ✓ **Unificación de la información**, todas las fichas de puesto junto con las macros de la interfaz gráfica pasan a estar en un único archivo. De esta forma se consigue que no exista problemas con las versiones, pues toda persona que desee actualizar el Mapping lo hará modificando este archivo que cuelga de la red interna a la factoría.

Por otra parte, el principal objetivo marcado al comienzo del proyecto fue tener totalmente concluido el proyecto (incluyendo la memoria) antes de la finalización del periodo de prácticas. Con esto se pretendía conseguir dos cosas; por un lado no dejar cabos sueltos de la parte de la fábrica sobre la cual hemos trabajado; y por otro que el proyecto estuviese perfectamente documentado para que alguien en el futuro se encargue de ampliar los avances realizados en este campo a otras zonas de la fábrica.

1.4 TRATAMIENTO AL MAPPING PREVIO A LA CREACIÓN DEL INTERFAZ

El estado previo al desarrollo del proyecto era un tanto inconsistente, y esto se debía entre otras cosas a:

- ✓ Se carecía de cualquier sistema automático para el acceso a la información, de forma que la persona que deseara consultar información sobre el Mapping debía navegar a través de una estructura de directorios en la que se guardaban los ficheros que contenían las fichas de puesto.
- ✓ Existían distintos tipos de formatos de fichas de puesto, lo cual dificultaba mucho su manipulación.
- ✓ La información se podía considerar obsoleta, debido a que desde la creación de las fichas de puesto nadie se había encargado de actualizarlas.
- ✓ Existían dificultades a la hora de relacionar las fichas de puesto con los programas autómatas. Esto se ha solucionado con un campo en el nuevo formato de ficha en el que se indica el nombre del archivo del programa PLC.
- ✓ Existía una gran cantidad de ficheros en los que residían fichas de puesto dispersos por la red. En algunos ficheros podría haber desde una sola ficha hasta varias (aunque no tuvieran relación alguna). Este problema se soluciona con la unificación comentada en el anterior apartado de este mismo capítulo.

1.5 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE FABRICACIÓN FLEXIBLES

Los sistemas de fabricación flexibles son sistemas con una gran capacidad de adaptación al entorno, ya que son capaces de producir una gran variedad de productos en cantidades considerables. Se puede decir que son un tipo de sistema híbrido entre los sistemas de producción en masas y los talleres. Según lo anteriormente dicho podemos asimilar la factoría en cuestión como un claro ejemplo de FMS, dado que al día salen más de 3.000 cajas de cambio de más de ocho tipos o diversidades.

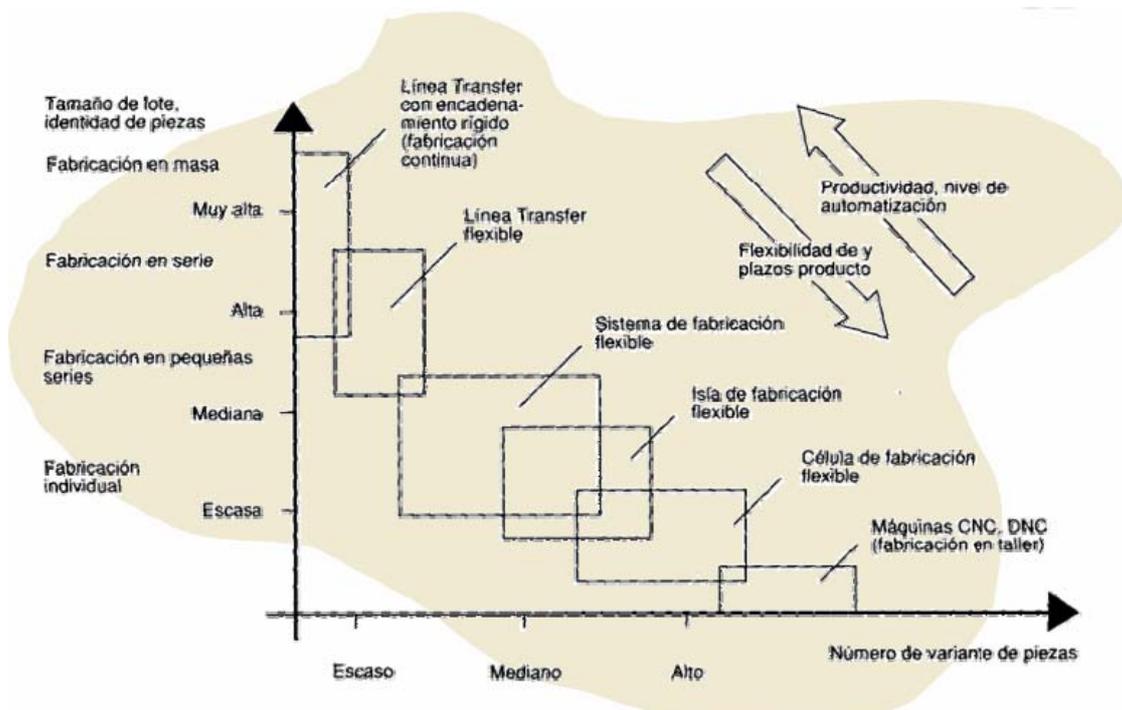


Figura 1.2: Comparativa entre distintos tipos de sistemas de fabricación.

Las principales características de un sistema de fabricación flexible son:

- ✓ Una misma máquina puede realizar distintas operaciones. En algunos casos esto provoca que la productividad de la máquina disminuya.
- ✓ La secuencia de operaciones es variable, ya que el movimiento de materiales no es uniforme. De ello surge el concepto de ruta.
- ✓ El principal problema a resolver es el de la asignación de los recursos.
- ✓ Se necesita una mano de obra con alta preparación.
- ✓ La inversión económica inicial puede resultar muy alta.

La habilidad de producir una unidad de los que pide el cliente en cualquier momento requiere de la automatización flexible. Este concepto es fundamental dentro del marco de los FMS, y conlleva el tener máquinas capaces de tratar distintos tipos de productos e incluso distintas herramientas para poder realizar acciones diversas. Como consecuencia de lo anterior surgen los denominados tiempos de preparación flexibles (tiempo empleado en el cambio de herramienta en la máquina o de configuración de las líneas), los cuales se intentan disminuir con la utilización de equipos programables o autómatas.

De lo anterior es fácil deducir que la maquinaria empleada en los FMS tiene tres partes claramente diferenciadas:

1. El almacén de herramientas, donde se encuentran todas las herramientas que la máquina puede utilizar en cada una de las operaciones.
2. El intercambiador de herramientas, que se encarga de elegir la herramienta adecuada del almacén y colocarla en el sistema final.
3. El sistema final que utiliza la herramienta para trabajar sobre la pieza o producto.

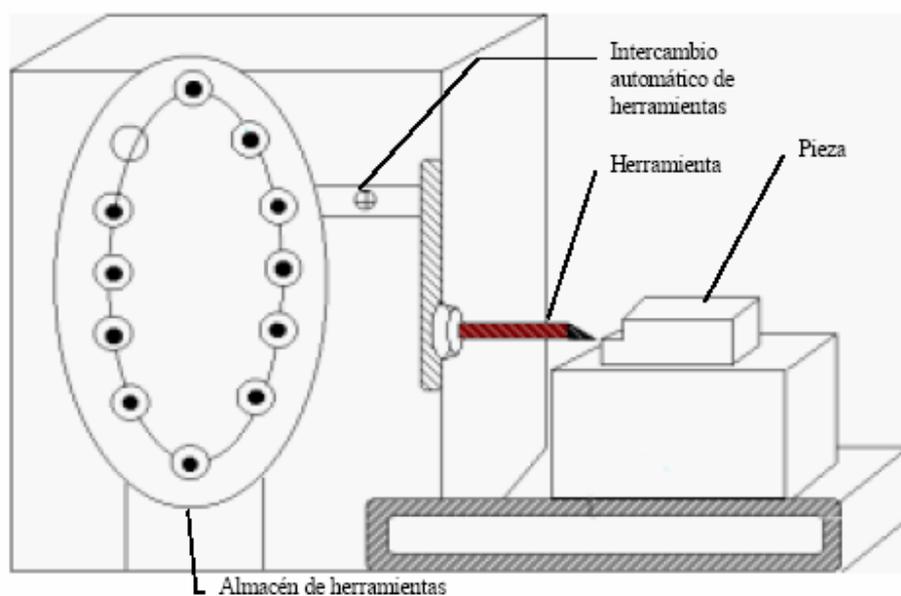


Figura 1. 3: Máquina de un sistema de fabricación flexible.

Otro objetivo de este tipo de sistemas es eliminar toda actividad que no añada valor al producto. Esto se consigue eliminando cualquier operación innecesaria y transformar la materia tan directamente como sea posible desde su estado inicial hasta su acabado, de forma que cada movimiento sea para añadirle valor. Para estos propósitos se consiguen con las siguientes medidas:

- ✓ Minimizar, o si es posible eliminar, los tiempos de espera.
- ✓ Eliminar el desperdicio de material, tal que todo sea convertido en producto.
- ✓ Eliminar el gasto energético innecesario.
- ✓ Eliminar el gasto de cualquier recurso como consecuencia de un error.

Como cualquier sistema productivo dispondrá de un exhaustivo control de calidad, de forma que nos permita optimizar los inventarios y plazos de producción. El control de calidad perfecto será aquel que permita asignar a cada defecto verificado una causa. Esta causa será la llave que nos permitirá atacar directamente a la parte concreta de la línea de producción en la que se encuentra el error.

Otra definición de los FMS nos dice que se trata de un sistema controlado por un computador, que conecta varios centros o estaciones de trabajo informatizados con un sistema automático de manipulación de materiales.

Su funcionamiento es, básicamente, el siguiente: los operarios llevan las materias primas de una familia de artículos hacia las estaciones de carga y descarga de materiales, donde el FMS comienza su actividad (en nuestro caso estas materias primas serían los cárteres de embrague y mecanismo). Bajo las instrucciones de un ordenador central, los elementos de transporte comienzan a mover los materiales hacia los diferentes centros de trabajo; en cada uno de ellos, los artículos son desplazados de acuerdo con su particular secuencia de operaciones, estando marcada la ruta a seguir por el ordenador central. El objetivo perseguido es la sincronización de las actividades, de forma que se maximice la utilización del sistema. Esto último es llevado al límite en el caso de esta factoría, ya que las máquinas trabajan teóricamente el 100 % del tiempo, para lo cual hay tres turnos de operarios de ocho horas al día. Como las máquinas automáticas pueden ser utilizadas para la ejecución de diversas tareas, es posible cambiar rápidamente sus herramientas, con lo que los tiempos de lanzamiento son muy cortos. Además esta flexibilidad posibilita que una operación pueda ser realizada por más de una máquina, dando lugar a la aparición de células virtuales. Gracias a ello, la producción puede continuar aunque algunas máquinas estén paradas por cuestiones de mantenimiento. Cambiando y combinando las rutas a seguir se evitan los embotellamientos.

Los sistemas FMS hacen posible la fabricación multietapas automatizada de una amplia variedad de piezas, estando diseñados para producir familias de artículos que pueden ser elaborados de forma simultánea y aleatoria. Para así ser capaces de responder a situaciones en las que se demandan cantidades variables de diferentes piezas, por lo que se suele afirmar que actúan como un puente entre los sistemas de alto volumen y baja variedad y los sistemas universales o multipropósito (bajo volumen y alta variedad), más comúnmente conocidos como talleres.

Aunque el primer FMS data de los años sesenta sus aplicaciones no se han extendido hasta mediados de la década de los ochenta. Como en el caso de las aplicaciones basadas en las máquinas de control numérico, las ventajas provienen de la unión de diferentes

operaciones, con posibilidad de un rápido cambio de herramientas y del apoyo de sistemas automatizados de manipulación de piezas. Ello conduce a importantes reducciones en los niveles de inventario y a la disminución de la complejidad y tamaño de la función de control de la producción, lo cual se debe a que una gran parte de las operaciones se llevan a cabo dentro de la célula. Por otra parte, las instalaciones FMS son sistemas caros y complejos, que requieren unos niveles de utilización y una infraestructura fabril adecuados.

Debemos de mencionar también las limitaciones del sistema FMS. Así, no todas las situaciones en las que se fabrica una variedad intermedia de artículos y un volumen moderado de éstos son aptas para la instalación de un FMS. Estas limitaciones principalmente son:

- ✓ Es necesario que existan familias de piezas que puedan ser producidas en las mismas máquinas y dentro de los mismos límites de tolerancia; suele ser necesaria la estandarización de los artículos a fabricar, a fin que puedan ser elaborados correctamente por las máquinas de control numérico.

- ✓ Un sistema FMS suele remplazar a varias máquinas, que pueden quedarse obsoletas en diferentes momentos; sin embargo, las empresas suelen preferir llevar a cabo una serie de pequeñas inversiones a lo largo del tiempo, para ir sustituyendo poco a poco los equipos viejos, en lugar de efectuar una gran inversión que sustituya a todos al mismo tiempo. La introducción de un FMS requiere, no obstante, de un largo ciclo de planificación previo y otro de desarrollo a fin de poder asegurar el éxito del sistema; muchos directivos, sin embargo, toman sus decisiones pensando tan sólo en el largo plazo, por lo que la complejidad inherente a las instalaciones de un FMS queda fuera de sus intereses. A menudo, la mejor opción suele consistir en ir evolucionando poco a poco como sistema: se puede empezar utilizando máquinas de control numérico que, posteriormente, se conectan mediante un sistema automático para la gestión y el transporte de los materiales y por último, se desarrolla y se instala el sistema central regido por el ordenador y el software que se encargará de controlar y dirigir el sistema.

Los beneficios de los sistemas FMS no se obtienen de forma fácil e inmediata. Actualmente la instalación de una unidad FMS puede costar entre varios millones de euros; no obstante esta cifra puede llevar a error. Por una parte por que un sistema FMS puede irse configurando de una forma secuencial y, por otra, porque esta cantidad puede ser inferior a lo que costaría adquirir la misma capacidad productiva mediante equipos o máquinas convencionales.

Las ventajas que proporcionan a la empresa el uso de un FMS entre otras son:

- ✓ **Incremento de la flexibilidad.**
- ✓ **Reducción de las necesidades de mano de obra directa:** debida a la reducción de ajustes y soportes de las tareas manuales de manipulación de materiales y a la automatización del control de las máquinas.
- ✓ **Reducción de la inversión:** la utilización de un equipo instalado en un FMS puede ser hasta tres veces superior a la que se consigue con la máquina convencional, por lo que son necesarias menos máquinas, lo que a su vez, supone una menor necesidad de herramientas. También disminuye la inversión en inventario, dado que los materiales se desplazan directamente de máquina a máquina. Todo ello promueve una menor necesidad de espacio.
- ✓ **Reducción del tiempo de respuesta:** el tiempo de lanzamiento o el de cambio para la preparación de la máquina es relativamente bajo porque muchas de las tareas están automatizadas y se desarrollan siguiendo las instrucciones del ordenador. Como a ello se añade el bajo nivel de inventario de producción en curso, disminuyen enormemente las causas de formación de colas o de tiempos ociosos o de espera.
- ✓ **Calidad:** al eliminar una gran parte de las tareas realizadas manualmente, la variabilidad desciende significativamente y se puede obtener una calidad consistente a lo largo de las operaciones del sistema.
- ✓ **Mejora el control del trabajo:** cuando hay un menor número de artículos esperando para ser procesados es mucho más sencillo controlarlos.
- ✓ **Incremento de las tasas de utilización de la maquinaria:** lo cual conlleva una mejor amortización. Para el caso de nuestra factoría esto se lleva al límite con una utilización de las máquinas del 100% del tiempo.

En cuanto al personal de un sistema FMS, aún en el caso de que el progreso haya avanzado tanto que el flujo de materiales a través de una planta se complete sin que ningún trabajador toque el material, el control y los posteriores avances de los métodos de producción se harán por personas. Aunque todas las máquinas funcionen con controles programados, alguien debe saber lo que hacer y como producir para obtener los resultados deseados. La automatización puede desplazar trabajadores manuales, pero no puede desplazar el elemento humano y tener éxito. Esto se refleja claramente en el caso de esta factoría en la necesidad del siguiente tipo de personal:

- ✓ **Planificadores,** que se encargan de establecer las necesidades de producción en función de la demanda. Esto se traduce a la longitud y tipo ráfagas de peticiones de cajas de cambio introducidas a la línea.

- ✓ Automatistas, encargados del buen funcionamiento de los autómatas y de las posibles mejoras que se puedan realizar.

El personal debe trabajar en lo que el sistema se supone que hace, desarrollarlo y refinarlo. En términos humanos esto significa que ningún trabajador debe contemplarse como una fuerza física apta solo para actividades manuales, sino como un trabajador en un laboratorio de producción, siempre trabajando en hacer mejoras. Este simple cambio en la consideración cambia la atmósfera de una compañía.

1.6 EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO

Los ítems marcados para la evolución temporal del proyecto son los siguientes:

- ✓ **Definición del proyecto y presentación a la Universidad de Sevilla.**
- ✓ **Desarrollo inicial del carrusel del cárter de mecanismo:** este paso consiste en la creación de un modelo aproximado del interfaz final, pero reduciendo su ámbito de aplicación a una pequeña parte de una de las líneas de producción.
- ✓ **Validación de las fichas de puesto y perímetro de aplicación:** tras una pequeña presentación del modelo creado en el anterior ítem con los usuarios finales de la aplicación; se acordó que el ámbito de aplicación fuese la nave de montaje al completo.
- ✓ **Desarrollo completo del perímetro acordado:** este es el ítem fundamental del proyecto y en el que más tiempo desempeñaremos. Conlleva la extensión del modelo inicial a todas las líneas y la elaboración de la información a partir de los programas de los autómatas.
- ✓ **Elaboración del manual de usuario.**
- ✓ **Elaboración del manual de mantenimiento:** este documento permitirá tener la aplicación correctamente actualizada ante todos los posibles cambios que se puedan dar en las líneas de producción.
- ✓ **Elaboración de la memoria del proyecto.**



Figura 1.4: Planning ideado para la evolución del proyecto.