

Supervisión y Control de Tiempos en Sistemas: experiencia en una Célula Flexible de Fabricación

Diego Rodríguez Regadera

María de Luna, 1. 50018. DIIS. Universidad de Zaragoza, dierodri@unizar.es

Ramón Piedrafita Moreno

María de Luna, 1. 50018. DIIS. Universidad de Zaragoza, piedrafi@unizar.es

Resumen

El objetivo del presente trabajo es modelar, controlar los tiempos y obtener prestaciones de la Célula Flexible de Fabricación del laboratorio de Automatización y Robótica del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza.

En la primera parte del trabajo se lleva a cabo el modelado del funcionamiento de la Célula Flexible de Fabricación. Partiendo de los programas de los autómatas que controlan el funcionamiento de las estaciones de la Célula y utilizando el paradigma de las redes de Petri[8] , se ha modelado el funcionamiento de la Célula. En el modelo se tienen en cuenta las diferentes políticas de producción aplicadas.

Se realizó también un análisis de los posibles fallos y bloqueos que se pudieran producir. Esto permitió perfeccionar el modelo inicial de la Célula Flexible de Fabricación.

El presente trabajo muestra, por un lado, la implementación obtenida con una herramienta de Monitorización y, por otro lado, la programación de un control de tiempos y de una serie de políticas de producción dentro de en una célula flexible de fabricación .

Palabras Clave: Automatización, Ingeniería de Control, Políticas de Producción.

1 INTRODUCCIÓN

Alguno de los elementos necesarios en el trabajo con sistemas de producción son tratados en este trabajo. Entre ellos podemos considerar los siguientes: modelado del sistema, implementación de un método de control los tiempos de sus diferentes operaciones, obtención de prestaciones para una mejor operatividad y optimización de funcionamiento y finalmente, supervisión y monitorización del proceso. En este caso todos estos elementos son aplicados a la Célula Flexible de Fabricación[5] del laboratorio de Automatización y Robótica del Departamento de

Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza.

En la primera parte del trabajo se lleva a cabo el modelado del funcionamiento de la Célula Flexible de Fabricación de forma completa. A partir de los programas de los autómatas[6] que controlan el funcionamiento de las estaciones de la Célula y utilizando el paradigma de las redes de Petri[8] , en primer lugar, se ha modelado el funcionamiento de la Célula. En este modelo se tienen en cuenta las diferentes políticas en cuanto a la producción de las piezas y la ejecución de los pedidos y también la implementación programada de la Guía de estudios de marchas y paradas, GEMMA[4] .

El siguiente paso fue analizar en detalle el modelo inicial, prestando gran atención a los diferentes procesos que se realizaban en las estaciones, así como a las diferentes políticas de fabricación existentes en la Célula. A través del análisis de los procesos que se llevaban a cabo en las estaciones se clasificaron todos los movimientos que requerían de un tiempo de ejecución, y se pensó en la manera de poder controlar esos tiempos dentro de las limitaciones mecánicas existentes. Así pues, se pensó que la mejor opción sería obtener todos los tiempos mínimos de ejecución de cada uno de los movimientos de las estaciones. En el caso de no poder medir un tiempo, se implementó la posibilidad de que el usuario pueda determinar el tiempo de ejecución de un determinado movimiento atendiendo a porcentajes de retardo con respecto al tiempo mínimo.

Una vez medidos los tiempos, se paso a la fase de control de estos. Se implementaron unos factores de corrección que permitían variar su valor, obteniendo unos tiempos siempre por encima de los tiempos mínimos anteriormente mencionados. Estos factores lo que hacen es variar proporcionalmente el tiempo de ejecución de los movimientos. También se implementó la forma de controlar tanto los tiempos de espera, necesarios para realizar la comunicación de las ordenes entre estaciones y llevar a cabo la fabricación de los pedidos, como los tiempos máximos permitidos para la ejecución de los movimientos que indicaban las situaciones de emergencia.

Como se ha dicho antes, un movimiento tiene un tiempo mínimo, y no se pueden conseguir tiempos más pequeños. Pero la ejecución de una orden esta compuesta por un conjunto de movimientos, y dependiendo de la secuencia de realización de estos movimientos podremos obtener tiempos mas pequeños a la hora de ejecutar las ordenes que llevan a cabo la realización de los pedidos. En el modelo inicial los movimientos que componen una orden se ejecutan de forma secuencial. Es por esto que se pensó en permitir la concurrencia en la ejecución de los movimientos teniendo en cuenta las limitaciones mecánicas. De esta manera se consiguen reducir los tiempos de ejecución de las órdenes realizadas en cada estación para la fabricación de las piezas y la realización de los pedidos.

Por lo tanto, el análisis de los procesos que se llevan a cabo en las estaciones, tuvo como resultado la implantación del control de tiempos por encima de los tiempos obtenidos con el modelo inicial, y la implantación de un nuevo modelo para la obtención de unos tiempos menores a los que inicialmente se obtenían. Todo esto se ha modelado usando el paradigma de las redes de Petri[8] .

Una vez implementados estos controles de tiempo se realizó la labor de supervisión y control de todos esos nuevos elementos implementados para de una forma más amigable ser capaces de visualizar como comandar la producción de pedidos en la célula de fabricación.

2 LA CÉLULA DE FABRICACIÓN

La célula de fabricación flexible (Figura 1) está formada por un conjunto de estaciones que permiten la producción y almacenamiento de cilindros neumáticos. La célula se divide en dos partes: la zona de producción, constituida por las estaciones 1, 2, 3 y 4 y el transporte 1, y la zona de expedición con las estaciones 6, 7, 8 y 9 y el transporte 2. La estación 5 es el módulo de almacenamiento intermedio.

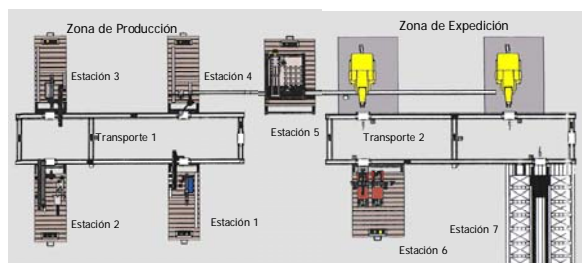


Figura 1: Célula de fabricación flexible

Los cilindros pueden tener la camisa de tres colores diferentes y pueden ser sin tapa blanca o con ella (piezas ya producidas).

La estación 1 es la encargada de la colocación de la camisa del cilindro en el palet. La estación 2 coloca el émbolo y el muelle. La estación 3 coloca la culata en el embolo. La estación 4 realiza un test a los cilindros determinando si poseen émbolo.

La estación 5 es la encargada de almacenar las piezas ya fabricadas hasta el momento de expedición de las mismas.

La estación 6 de colocar las bases sobre las cuales se servirán los pedidos. La estación 7 es el almacén de pedidos. El robot se encarga de coger las piezas entregadas por el almacén intermedio y colocarlas en el plato y también de extraer pedidos completos

El sistema de automatización implantado en la célula dispone en cada estación de un autómatas programable, interconectados por una red industrial en tiempo real. Cada autómatas se encarga de efectuar la operación local y el autómatas de la Estación 5 se encarga de coordinar toda la producción. En las estaciones de la célula que trabajan con señales de tipo todo/nada ó analógicas (Estaciones 1, 3, 4 y 6) se dispuso de Autómatas TSX Micro de Modicon-Telemecanique[7] . En el resto, al tener que efectuar el control de motores paso a paso o de ejes continuos, los autómatas instalados son de la gama Premium [7] de Modicon-Telemecanique (Estaciones 2, 5 y 7).

Una red industrial Fipway [7] (Figura 2) permite la comunicación en tiempo Real entre las aplicaciones de control de los autómatas. Se ha dispuesto de un bus de campo Ethernet con módulos de entradas/salidas digitales en los transportes de la célula y maestro en la estación 5. La comunicación con el Robot se realiza mediante un módulo de entradas salidas en bus FIPIO [7] cuyo maestro se encuentra en la estación 5.

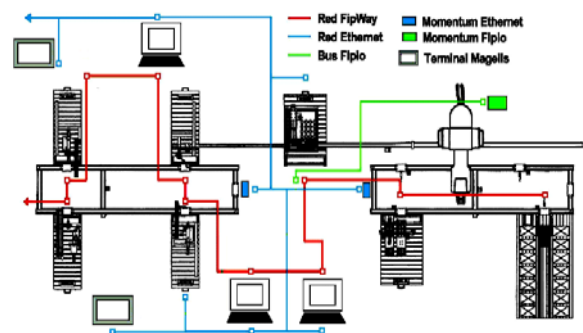


Figura 2: Red de comunicaciones de la Célula

En cada uno de los dos transportes de la célula se dispone de un módulo identificador de productos IVI-KHD2-4HRX de Pepperl&fuchs [3].

A este módulo se conectan cuatro cabezales de lectura/escritura de la memoria de los palets donde se realiza la producción. La comunicación con los identificadores de productos se realiza a través de dos puertos serie del autómatas de la Estación 5.

El autómatas de la estación 5 se encarga, además del control local del movimiento del almacén de la estación, del control del movimiento de los transportes, de la lectura y escritura de los palets y de la gestión de la producción global. Esta estación también recibe los pedidos desde el sistema de supervisión Monitor Pro[1] (Figura 3) y desde las Terminales de explotación y dialogo Magelis[7] (Figura 4).

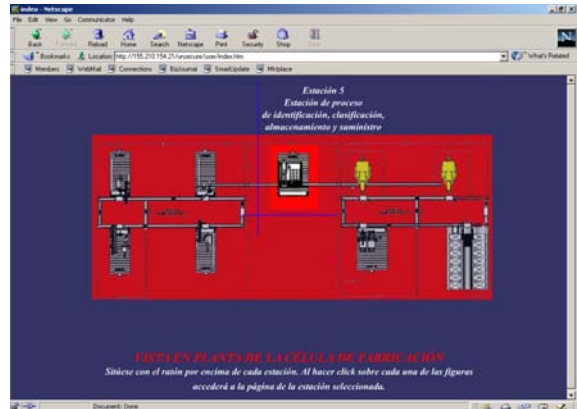


Figura 5: Servidor web empotrado en Autómatas

2 POLÍTICAS DE FABRICACIÓN

Las primeras políticas de fabricación[9] desarrolladas dependían del contenido del almacén intermedio de la Estación 5. El tipo de los cilindros que se producían (color y tapa) dependían de las ordenes elaboradas por la estación 5 a la estación 1 en función del contenido del almacén. En un principio en la producción de cilindros se podían adoptar cuatro políticas de distribución de estas en el almacén. Obviamente también el tiempo de fabricación de un pedido, compuesto por tres cilindros diferentes, depende mucho del contenido del almacén.

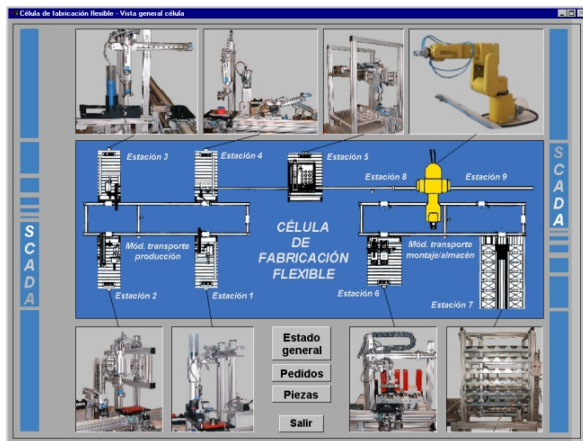


Figura 3: Supervisión de la célula

La supervisión de la célula de fabricación es realizada mediante una aplicación desarrollada con el software Monitor Pro. Esta aplicación reside en un Ordenador conectado directamente a la red industrial Fipway.



Figura 4: Monitorización de la producción

La monitorización de la célula se realiza desde terminales de explotación y diálogo y también desde servidores web empotrados en los autómatas programables (Figura 5) de la estación 1 y de la estación 5[2].



Figura 6: Almacén intermedio de la célula

En un principio el tipo de cilindro a producir era decidido por la estación 5, lo cual se mostraba ineficaz porque se podría no encontrar en el dosificador de camisas de la estación 1. Se cambió a una política según la cual, si el cilindro sacado por la estación 1 podía ser almacenado, era producido. Esto no solo depende de los huecos que haya en el almacén sino también de la política de producción adoptada en este. Este simple cambio mejoró mucho el tiempo de producción global de un cilindro.

Para optimizar el tiempo de producción de pedidos se pensó que el almacén intermedio (Figura 6) fuera un elemento adicional, y que la fabricación de piezas no dependiera de las limitaciones del almacén intermedio, y políticas impuestas en él, sino que dependiera de las necesidades de los pedidos que se encuentren en proceso de elaboración.

También se considera la posibilidad de que las piezas pasen directamente de producción al palet del pedido sin entrar en almacén debido a que forman parte de alguno de los pedidos que se están realizando. Esta última posibilidad permitirá determinar, en tiempos de producción de los pedidos, la necesidad de utilizar el almacén intermedio.

Las primeras cuatro políticas de fabricación, (los modos 0 a 3) todas ellas con una característica común: la fabricación de las piezas se realizaba dependiendo de las necesidades del almacén intermedio. La única diferencia entre ellas es el número de piezas de cada tipo que se permiten en el almacén intermedio.

En el modo 0 se almacenan tres cilindros de cada tipo (rojo, negro, metálico y los mismos colores con tapa blanca) sin ninguna posición preasignada en el almacén. En el modo 1 se almacenan cuatro cilindros de cada color (sin tapa) y solo uno de cada color con tapa con un orden preestablecido en el almacén. En el modo 2 se almacenan dos cilindros de cada tipo. En el modo 3 se almacena un cilindro de cada tipo.

Para extraer las piezas del almacén intermedio se seguirá la siguiente política: se extraerán primero aquellas piezas que coincidan con el tipo de pieza necesario, y dentro de estas, se seleccionará aquella que tenga un número de orden menor.

Posteriormente se han implementado dos políticas nuevas: modo 4 y modo 5. En estas políticas la realización de las piezas se realiza dependiendo de las necesidades de los pedidos que se han solicitado. Pero con la diferencia de que en el modo 5 se trabaja sin el almacén intermedio, y en el modo 4 se utilizará el almacén intermedio.

En el modo 4, a diferencia de las políticas anteriores, la fabricación de las piezas depende de las necesidades de los pedidos que han sido solicitados. La colocación de estas piezas dentro del almacén intermedio se ha determinado según el menor tiempo de almacenamiento y extracción de una pieza en el almacén intermedio.

En el modo 5, la fabricación de las piezas depende también de las necesidades de los pedidos que han sido solicitados. Pero con la diferencia de que ahora

las piezas no son almacenadas, es decir, no se dispone del almacén intermedio, y las piezas, una vez fabricadas, permanecerán en la cinta de entrada del almacén intermedio hasta que el pedido solicite la pieza que hay a la entrada del almacén.

3 CONTROL DE TIEMPOS Y MONITORIZACIÓN EN UNA CELULA DE PRODUCCION

Los sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition* o Control de Supervisión y Adquisición de Datos) nos permiten supervisar y controlar los sistemas de producción automatizados. En el presente trabajo se van a utilizar para controlar los tiempos de la Célula Flexible de Fabricación. El paquete SCADA utilizado es el FACTORYLINK 6.5, también denominado MONITOR PRO de USDATA[1].

Por un lado se realizará el control de tiempos a nivel global, controlando los tiempos de fabricación de los pedidos desde que se solicita un pedido en la pantalla SCADA correspondiente, hasta que se finaliza la colocación de las tres piezas del pedido por parte del robot de la estación 8. Este control global, en primer lugar, se dividirá en dos tiempos: el tiempo de espera desde que se ha solicitado el pedido hasta que este es volcado a un palet del módulo de expedición, y el tiempo de fabricación del pedido que va desde que el pedido ha sido volcado en la estación 6 hasta que se coloca en el palet la última pieza del pedido. Por lo tanto, tanto los tiempos de la estación 6 como los de la estación 8 tendrán una influencia directa sobre el tiempo de realización de un pedido, y se deben de poder controlar. Además de estos tiempos, hay que tener en cuenta la fabricación de las piezas ya que dependiendo del tiempo que se tarde en fabricar las piezas, se tardará mas o menos tiempo en realizar el pedido. Es por esto que los tiempos de las estaciones del módulo de fabricación también se deben de poder controlar.

Además de realizar un control de los tiempos a nivel global, también seremos capaces de controlar los tiempos a nivel local. En concreto se van a poder controlar los tiempos de las estaciones 1, 2, 3, 4, 6 y 8. Esta última, esta compuesta por los tiempos relacionados con la estación 5 y los tiempos relacionados con el robot. Estos últimos no se pueden controlar desde el SCADA, sino que se controlan variando la velocidad del robot en tanto por ciento sobre la velocidad implementada para la colocación de las piezas, utilizando para ello la consola del robot. Los tiempos de la estación 5 si que se pueden controlar desde el SCADA. Por lo tanto, por medio de las pantallas SCADA vamos a ser capaces de controlar todos los tiempos relacionados

con las estaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6, y los tiempos relacionados con la fabricación de los pedidos.

3.1 CONTROL DE TIEMPOS LOCALES

Según este modelado para la realización del control de tiempos se han implementado una serie de factores que se van a comentar a continuación:

- **FACTOR DE ESPERA.** Este factor condiciona el tiempo de espera considerado para recibir una orden a nivel local. Estas órdenes pueden ser enviadas tanto desde las pantallas de la aplicación SCADA como desde la estación 5 de la Célula Flexible de Fabricación. Esta estación se encarga de la gestión de la política de fabricación de una forma global, controlando tanto la fabricación de las piezas como la realización de los pedidos. El factor de espera aumenta el tiempo de estancia en los lugares del modelo inicial que están esperando una orden. El valor máximo y mínimo de estos factores se corresponde con el máximo y mínimo del factor de emergencia que se explica a continuación.
- **FACTOR DE EMERGENCIA.** Este factor condiciona el tiempo máximo considerado para realizar un movimiento. Es decir, por medio de este factor podemos aumentar o disminuir la precisión a la hora de realizar un movimiento o de ejecutar una orden, ya que este factor multiplicará tanto el tiempo que controla la ejecución de un movimiento concreto, como el tiempo que controla la realización de una orden. Así pues, si aumentamos este factor, el tiempo máximo para la realización de un movimiento o de una orden aumentará, retrasándose la señalización de la emergencia correspondiente. Por el contrario, si disminuimos este factor, la señalización de las emergencias se producirá antes. Un tiempo muy pequeño de este factor podría dar lugar a un estado de emergencia constante. Para evitar esto se ha pensado que este factor tenga un valor mínimo de 2.
- **FACTOR DE MOVIMIENTOS.** Este factor condiciona el tiempo considerado para realizar un movimiento. Por medio de este factor podemos hacer que un movimiento dure más o menos tiempo y, por lo tanto, que el tiempo de realización de una orden sea mayor o menor. Estos factores multiplican el tiempo de permanencia en un lugar donde se está realizando un movimiento. El valor mínimo de estos factores será 1, este dará lugar al tiempo de ejecución de los movimientos según el modelo inicial, anterior a la implantación del control de los tiempos. Por lo tanto, un valor más pequeño del factor de movimientos no implicaría un

tiempo más pequeño en la realización de los mismos.

El factor de emergencia, como se observó, al igual que el factor de movimientos, también se aplica al tiempo de ejecución de un movimiento. Pero determina el tiempo de espera anterior a considerar una situación de emergencia y, por lo tanto, deberá de ser mayor que el factor de movimientos. Ya que de lo contrario no se realizarían las ordenes sino que siempre estarían marcados los lugares de emergencia. Así pues, se ha considerado que siempre sea una unidad mayor al factor de movimientos y, por lo tanto, el factor de emergencia podrá tener un máximo de 10. El programa del autómeta correspondiente es el que se encarga de hacer la comprobación y, si es necesario, modificar el valor del factor de emergencia.

Por último, destacar que en la programación de los autómetas también se ha tenido en cuenta que, siempre que sea posible, durante el tiempo “muerto” correspondiente a la realización de un movimiento cuando el factor es mayor de 1, se desactivarán las salidas que no influyan para una correcta ejecución de la orden correspondiente. De esta manera se aumenta el tiempo de ejecución de un movimiento pero el tiempo de activación de la salida no.

El factor de espera se ha implementado en las estaciones 1, 2, 3, 4 y 6. En la estación 5 no se ha tenido en cuenta debido a que ésta es la que realiza la gestión del proceso y el envío de las órdenes. Los otros dos factores se han implementado en las seis estaciones consideradas en el control local de tiempos. En la Figura 7 se muestra una pantalla de la aplicación realizada, en particular de la estación 1.

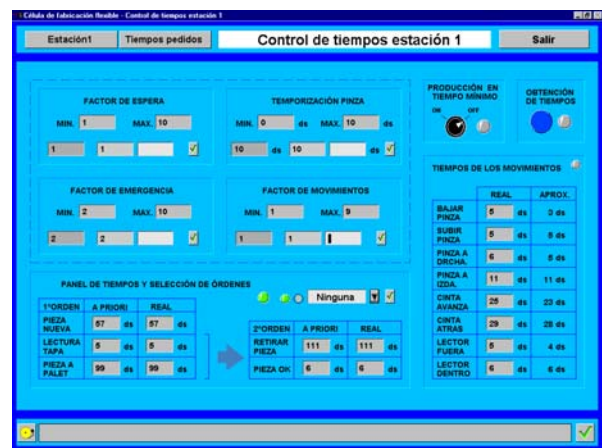


Figura 7: Control de tiempos locales

Aparte de estos factores, la implementación del control de tiempos conlleva otras modificaciones de cierta relevancia. Para poder realizar el control de tiempos con éxito, según se ha visto en la explicación de los factores, debemos conocer el tiempo que se tarda en realizar cada uno de los movimientos. Esto

se lleva a cabo por medio de un proceso que se encarga de obtener todos los tiempos. La activación de este proceso se realizará cuando se inicialice el autómata correspondiente, pero también se puede activar desde las pantallas de la aplicación SCADA que llevan a cabo el control local de tiempos.

Además de este proceso de obtención de tiempos se ha implementado un nuevo modelo para ejecutar las ordenes en un tiempo menor al que se obtenía según el modelo inicial. Este modelo se ha denominado “producción en tiempo mínimo”. Este modo de funcionamiento solamente se puede activar desde las pantallas de la aplicación SCADA que llevan a cabo el control local de los tiempos, y su característica fundamental es que se permiten la concurrencia de acciones.

3.2 CONTROL DE TIEMPOS GLOBALES

En este apartado se analiza la aplicación SCADA que lleva a cabo el control global de los tiempos, es decir, el control de los tiempos de realización de los pedidos. Esta aplicación tiene en cuenta las políticas de fabricación del modelo inicial, la implementación del control de los tiempos y las nuevas políticas de fabricación. Además, se han implementado una serie de temporizadores que nos informan de todos los tiempos relacionados con la fabricación de un pedido.

A continuación, en la siguiente pantalla (Figura 8) se muestra como se realiza la selección de los parámetros que controlan el tiempo de realización de los procesos necesarios para la fabricación de un pedido.



Figura 8. Pantalla del control global de tiempos.

El resto de la pantalla esta estructurada en tres partes claramente diferenciadas. La primera de estas partes se corresponde con el control de tiempos de todos los procesos que influyen en la realización de un pedido. Dentro de ella tenemos dos partes: la denominada *CONTROL DE TIEMPOS DE LAS ESTACIONES*, y

otra que nos permite seleccionar la política de fabricación que deseamos utilizar para fabricar los pedidos así como acceder a las pantallas de control de las estaciones. La selección del tipo de política de fabricación se realiza también en esta pantalla

La segunda parte de la Figura 8 muestra información sobre los pedidos que se están fabricando en ese momento. Como máximo se pueden fabricar cinco pedidos a la vez, ya que se disponen de cinco palets para el módulo de expedición. La tabla que muestra la información esta compuesta por la siguiente información. La primera de estas columnas muestra el orden de los pedidos dentro de la Célula Flexible de Fabricación, y las otras siete columnas los datos del pedido correspondiente. Estos datos son los siguientes:

- **T_PROCESO.** Se trata de un temporizador que mide el tiempo del proceso de fabricación de un pedido, desde que ha sido solicitado desde la aplicación SCADA hasta que es colocada la última pieza de las tres que forman el pedido.

- **T_FABRICACIÓN.** Este dato se obtiene por medio de un temporizador que mide el tiempo durante el cual el pedido se ha estado fabricado por la Célula Flexible de Fabricación. Es decir, el tiempo que va desde que el pedido es volcado a un palet del módulo de expedición por parte de la estación 6, hasta que se coloca la última de las tres piezas que componen el pedido.

- **BASE.** Esta columna informa del tipo de base del pedido. Esta puede ser blanca o negra.

- **PIEZA 1.** Este dato se corresponde con el tipo de pieza que ocupa la posición 1 de la base (apartado 2.1). Esta puede ser metálica, metálica tapa, negra, negra tapa, roja y roja tapa.

- **PIEZA 2.** Esta columna informa del tipo de pieza del pedido que ocupa la posición 2 de la base. Las designaciones son las mismas que en el caso de la PIEZA 1.

- **PIEZA 3.** Aquí se informa del tipo de pieza del pedido que ocupa la posición 3 de la base. Las designaciones son las mismas que en el caso de la PIEZA 1.

- **MODO FABRICACIÓN.** En esta columna se informará de la política de fabricación seleccionada para fabricar el pedido. Hay seis designaciones diferentes, estas son:

Una vez que un pedido es fabricado toda la información correspondiente a ese pedido se vuelca a una cola de cinco pedidos que se ha implementado en

la programación del autómat de la estación 5. Esta parte, denominada *ÚLTIMOS 5 PEDIDOS FABRICADOS*, esta compuesta por cinco botones que dan acceso a la información de los cinco últimos pedidos que han sido fabricados. De manera que la información del último pedido se corresponderá con la pantalla a la que da acceso el botón *Pedido 5*

En la Figura 9 se muestra la pantalla que aparecería si se pulsara el botón *Pedido 1* en la figura anterior.

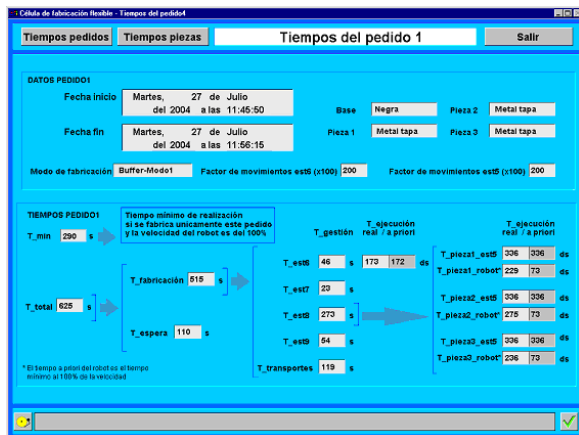


Figura 9 . Pantalla de información de los tiempos del Pedido 1.

Esta pantalla se divide en dos partes: *DATOS PEDIDO 1* y *TIEMPOS PEDIDO 1*. La primera de estas dos partes se muestran los datos del pedido, la política de fabricación, la fecha de inicio, la fecha de finalización, el factor de movimientos de la estación 6, encargada de colocar la base del pedido, y el factor de movimientos de la estación 5, encargada de suministrar las piezas cuando el palet se encuentra en la estación 8 del módulo de expedición; mientras que la segunda parte de la pantalla presenta todos los tiempos invertidos en las diferentes estaciones.

4 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos para los 6 modos de producción presentados anteriormente para velocidades de producción de 25%, 50%, 100% y Mínimo tiempo.

En la Figura 10 se puede observar el número de pedidos por hora para diferentes numero de pedidos. De esta forma se puede ver tanto la influencia de la carga que se produzca en la célula, así como la bondad de los diferentes modos de producción.

La Figura 11 presenta una comparación de los tiempos de producción en los diferentes modos de producción para las diferentes velocidades y número de pedidos

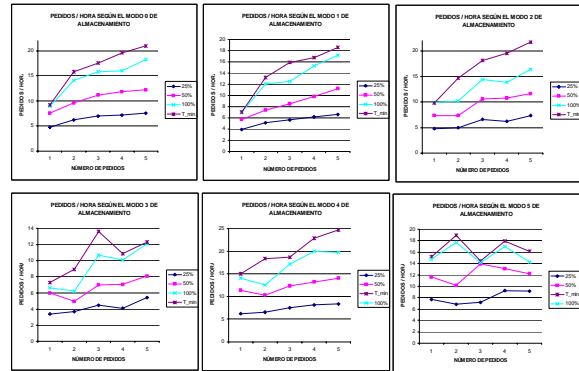


Figura 10. Pedidos/hora vs N°Pedidos

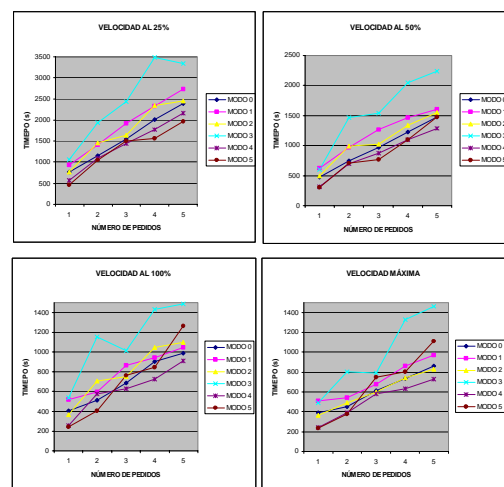


Figura 11. Tiempo Producción vs N° Pedidos

Tras un análisis de los resultados podemos concluir lo siguiente referente a los modos de producción implementados:

- MODO 0. Esta política es la que presenta una mayor tendencia “lineal” dentro de aquellas políticas donde la fabricación de las piezas depende de las necesidades del almacén intermedio. Por lo tanto, si se aumenta la velocidad y el número de pedidos que se realizan a la vez, aumentará el número de pedidos que se pueden fabricar en una hora.

- MODO 1. Esta política tienen un comportamiento muy bueno cuando en los pedidos a realizar hay mayoría de piezas sin tapa. Pero cuando se tiene que realizar un pedido de piezas con tapa el tiempo aumenta considerablemente porque solo admite una pieza con tapa en el almacén intermedio. Para el tipo de pedidos utilizados en los ensayos se ha observado un comportamiento “lineal”. Esto se debe a que a igualdad de piezas con tapa y de piezas sin tapa, nos interesará aumentar la cantidad de piezas sin tapa con respecto a las que llevan tapa dentro del almacén

intermedio, porque su tiempo de fabricación es mucho mayor.

- MODO 2. Esta política presentará un comportamiento “lineal” cuando dentro de la totalidad de las piezas necesarias para realizar los pedidos hayan una mayoría de piezas con tapa. A igualdad de piezas con tapa y de piezas sin tapa, si la Célula esta funcionando a la velocidad máxima, también se obtiene un comportamiento “lineal”.

- MODO 3. Esta política da lugar a los mayores tiempos en la fabricación de los pedidos. Para obtener buenos tiempos se deberían fabricar pocos pedidos a la vez, utilizando el mayor tipo de piezas posibles.

- MODO 4. Es la política mas óptima a medias y altas velocidades, cuando se fabrican varios pedidos a la vez. En esta política la fabricación de las piezas se realiza según las necesidades de los pedidos y, por lo tanto, es a la política que menos le influye la tipología de los pedidos. El único problema que presenta es que al fabricarse las piezas del cargador una detrás de otra, los tiempos relacionados con la gestión del recurso compartido del módulo de fabricación serán mas inestables, favoreciendo la fabricación de los pedidos en algunos casos y en otros no.

- MODO 5. Es la política mas optima a bajas velocidades o cuando se fabrica un solo pedido. En esta política, al igual que en el Modo 4, la fabricación de las piezas se realiza según las necesidades de los pedidos pero sin utilizar el almacén intermedio. Por lo tanto, el orden de las piezas en la cola de entrada al almacén intermedio condiciona la fabricación de los pedidos. Es por esto que para los ensayos realizados, la fabricación de dos pedidos según esta política es también la mas optima, porque se respeta el orden de las piezas en la cola del almacén intermedio. En esta política, al igual que en el Modo 4, el tiempo relacionado con la gestión del recurso compartido del módulo de fabricación tiene especial importancia.

4 CONCLUSIONES

A través de este proyecto se ha conseguido implementar un control de tiempos de la Célula Flexible de Fabricación que nos permite controlar la ejecución de los movimientos y las ordenes llevadas a cabo en las estaciones que influyen directamente en la ejecución de los pedidos, tanto de una forma local como a nivel global. Pudiendo obtener, incluso, un tiempo considerablemente menor debido a la implementación de un método denominado de “tiempo minimo”.

Además, por medio del control de tiempos, podremos intuir, sin estar presentes, como se ha realizado la

fabricación de los pedidos, así como detectar posibles fallos en las estaciones o en los transportes.

También se han incluido seis políticas de fabricación de los pedidos en la Célula Flexible de Fabricación. La utilización de estas políticas, según los ensayos realizados, daría lugar a menores tiempos en la fabricación de los pedidos. Además, por medio de estos ensayos, se ha conseguido, para la tipología de los pedidos realizados, determinar en que casos nos convendría utilizar una política u otra.

Este trabajo deja abierto una amplia gama de experimentos posibles que puedan llegar a conocer de manera mas clara las bondades de cada una de las políticas de producción implementadas así como la posibilidad de detectar errores que se puedan producir o llegar a producir mejoras en dichas políticas mediante la observación de los resultados obtenidos tras múltiples experiencias.

Referencias

- [1] US Data Corporation.; FactoryLink 6.5.0 Reference Guide. 1998.
- [2] Gómez, D. Supervisión de una célula de fabricación flexible (Proyecto Fin de Carrera). Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Zaragoza, 2003.
- [3] Pepperl&fuchs IVI-KHD2-4HRX DataSheet. <http://www.pepperl-fuchs.com>
- [4] Piedrafita, P. Ingeniería de la Automatización Industrial (2ª Edición). Ed. Ra-Ma, 2004.
- [5] Piedrafita,R.; Rodríguez, D. Prácticas de Informática Industrial: Célula de Fabricación flexible. Dep. Legal: Z-1750-2003, 2003.
- [6] Schneider Electric, (2002) PL7 Micro/Junior/Pro TSX Micro/Premium. Documentación técnica.
- [7] Schneider Electric, (1999) Plataforma de Automatismos. Modicon TSX Premium.
- [8] Silva, M., (1985) Las Redes de Petri: en la Automática y la Informática. Editorial AC
- [9] Zorraquino, P. Modelado, control de tiempos y obtención de prestaciones de una Célula Flexible de Fabricación flexible (Proyecto Fin de Carrera). Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas. Centro Politécnico Superior, 2004.