

# Eficientización en la automatización de selección, orientación y enrutamiento de cajas de cable en una línea de producción de manufactura

Recio Alonso Mario Arturo

Delphi - Mexico Technical Center - Energy & Chassis - Linear & Digital Sensors - Sensors & Actuators  
Competency Group

## Resumen

*El presente trabajo describe el cambio de programa de un PLC para disminuir las interrupciones no previstas en una línea de producción. La aproximación para tal hecho fue la de cambiar una programación netamente de escalera secuencial por una programación de graficet modular y agregar acciones deseadas bajo condiciones anormales.*

**Palabras clave:** programación, automatización, PLC, secuencias, programación graficet, programación escalera.

## 1. Introducción

Tradicionalmente los programas que se utilizan en los autómatas programables (PLCs) tienen la misma apariencia que los diagramas a relevadores que sustituyen.

Esto es especialmente útil para salidas que son simplemente una combinación de las entradas y también es útil cuando la secuencia es realmente pequeña, por decir, dos o tres estados.

Por estandarización, una empresa puede escoger este tipo de programación para la automatización de toda su maquinaria, cosa que puede ser contraproducente, en especial cuando se trata de secuencias largas e intrincadas. Tal es el caso del presente trabajo realizado en Panasonic – ACOM-BC en una de sus líneas de producción de cajas de cable (STT) en 1998.

La maquinaria en cuestión tiene como finalidad “recoger” una a una las cajas de cable de un horno de envejecimiento “aging” y colocarlos en una

orientación específica, sobre una banda de ajuste y prueba final. Después del ajuste y la prueba final, los STTs son empacados y enviados a bodega y embarque.

Según la experiencia del autor, no es raro encontrar en la industria mexicana de nuestros días programas en PLCs realizados con un tipo de programación no adecuada para la aplicación. Industria y máquinas que pueden ser altamente beneficiadas por la programación graficet como en el presente artículo.

## 2. Antecedentes

El horno de envejecimiento que entrega STTs a la máquina cuenta con cuatro bandas transportadoras relativamente largas (~20m), que se mueven a baja velocidad mientras se mantienen conectados y encendidos. Con ello se logra que el STT se encuentre en condiciones de operación extremas y se permita identificar a los elementos que son marginalmente operacionales.

La banda de ajuste y prueba final es única y esta se encuentra dispuesta según se muestra en la figura 1.

Por otro lado, la máquina se puede analizar como se muestra en la figura 2. Los seguros, detienen el material hasta que sea requerido por el enrutador. El enrutador selecciona los STTs de cada una de las bandas, los rota 180° y los deposita uno a uno en el transportador, el cual los lleva hasta la altura del “conveyor” de ajuste y prueba final.

El programa contenido en el PLC presentaba el formato de la figura 3. Típico programa de escalera.

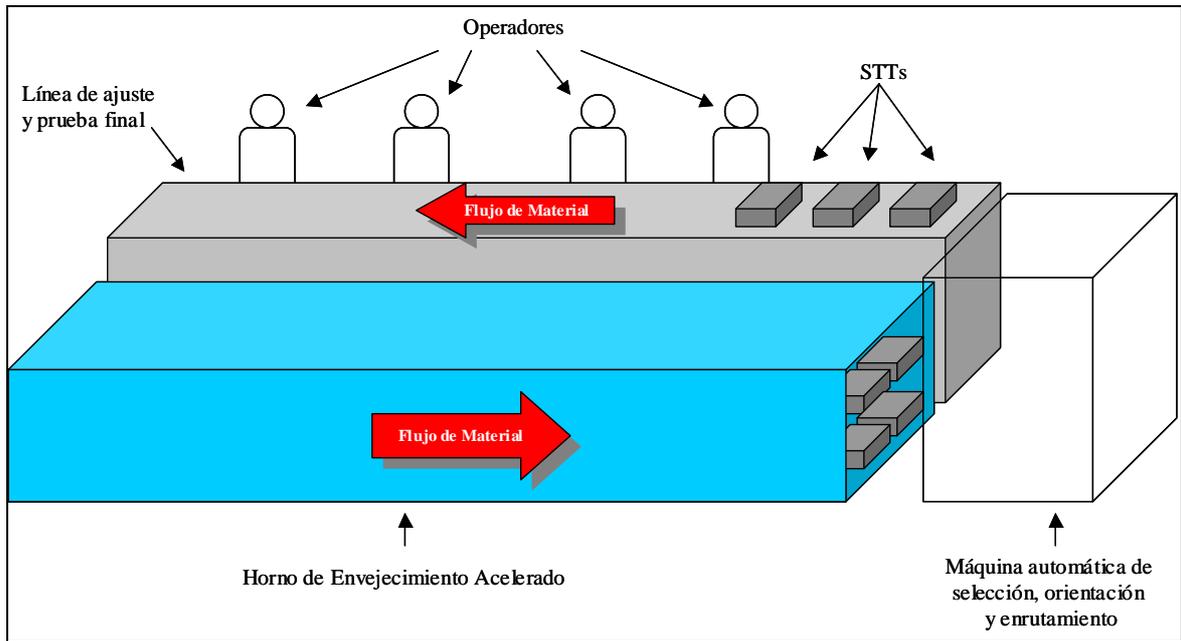


Fig. 1 Esquema de la línea de producción

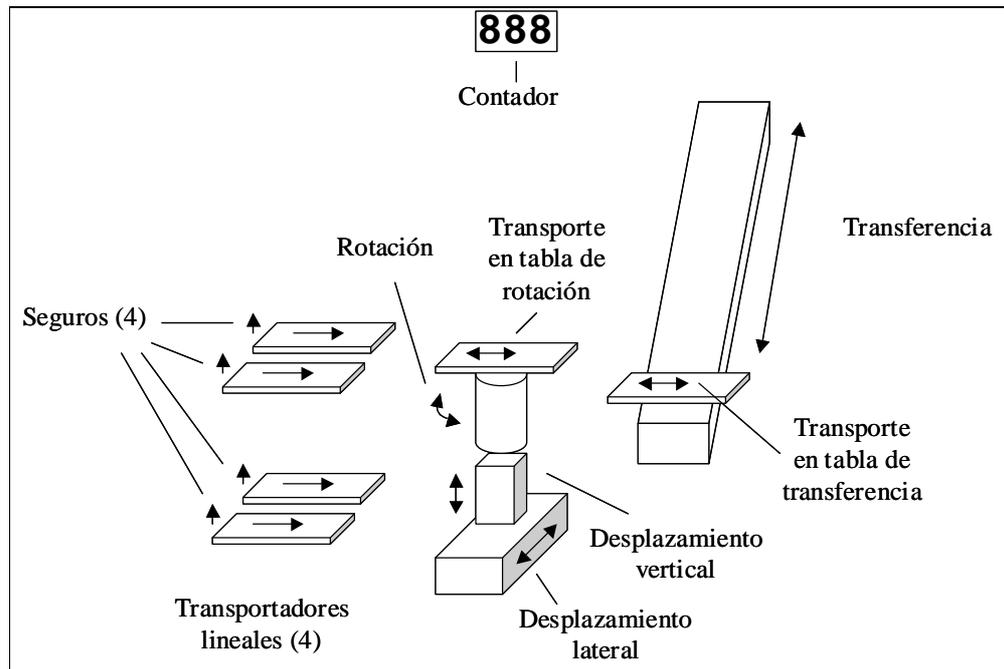
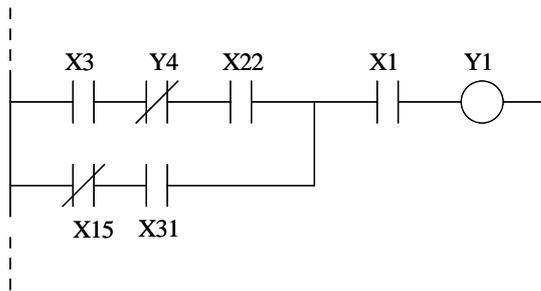


Fig. 2 Esquema de la máquina automática de selección, orientación y enrutamiento.



**Fig. 3 Ejemplo de programa de escalera**

Este programa contaba con 422 líneas. Ello implica que bajo una pequeña modificación era prácticamente imposible de predecir su impacto en el segmento de secuencia o demás implicaciones de la operación de la máquina.

El inconveniente de este esquema y la razón de la iniciativa de cambio, fue que por si alguna razón o circunstancia un STT, no llegaba al puerto de recolección ("conveyor"), la máquina se detenía y con ello la producción.

En su momento de la suspensión de la producción, se tenía que buscar dentro del horno, el problema que lo había causado, abrir el horno, eliminar el problema y permitir que todos los STTs se encuentren presentes en cada uno de los puertos para su ulterior recolección.

### 3. Propuesta y Solución

Una propuesta fue la de agregar unos interruptores que permitieran habilitar y deshabilitar individualmente los puertos de recolección y a su vez, permitiera continuar la producción con las restantes bandas. Sin embargo, ello presentó dos problemas: 1) el primer operador de la banda de ajuste y prueba tenía que percatarse del hecho y tomar la acción correspondiente bajo una previa capacitación y 2) se requería de otro PLC ya que todas las 32 entradas disponibles se encontraban utilizadas. Nota: se usan 19 de las 24 salidas disponibles para los actuadores y el contador.

La solución implementada fue la de descomponer la maquinaria en módulos funcionales con entradas y salidas interdependientes y dejar que el PLC decidiera mediante este nuevo programa acerca de pasar a recoger los STTs de una línea en particular del horno o no.

Para ello, ya que no se contaba con documentación alguna de la máquina, se siguió la siguiente metodología:

a). Encontrar la asociación entre sensores y entradas al PLC. Esto se logró activando y desactivando uno a uno de los sensores y observar el estado de las entradas del PLC.<sup>1</sup>

b) Encontrar la asociación entre salidas y actuadores en la máquina. Se logró "forzando" en el PLC una a una de las salidas y observando el actuador que presentaba algún cambio.

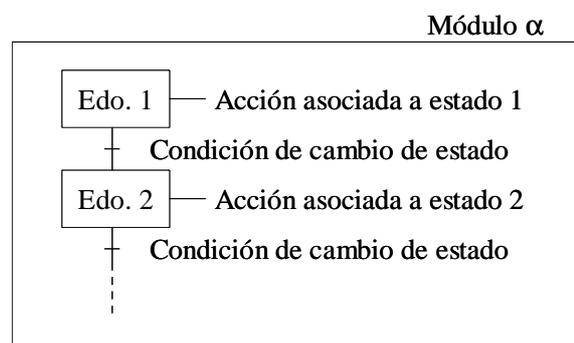
c) A cada grupo de actuadores que tenía una función específica dentro de la máquina se etiquetó con el nombre de esta función. Así surgieron los grupos: dosificador, enrutador y transportador.

d) Se codificó fuera de línea en una computadora personal el programa grafcet que generaría el comportamiento requerido en la máquina.

e) Se respaldó el programa original del PLC en una computadora personal y se descargó el nuevo programa basado en grafcet en el PLC.

f) Se depuró el programa y se les asignó el valor adecuado a las variables de ajuste.

El programa resultante tiene el formato de la figura 4:



**Fig. 4 Ejemplo de programa grafcet.**

<sup>1</sup> Nota del autor: Ya que se desconocía si existía asociación de entradas con sensores en la entrada del horno y ya que la longitud de dicho horno es considerable (~ 20 m) se solicitó la colaboración de un técnico y mediante un enlace de "walkie-talkies" se descartó su asociación. Este proceso fue algo más que inusual y divertido para otros usuarios del mismo canal de RF de "walkie-talkies" en la planta de manufactura.

A juicio del autor equivale a cambiar un programa de computadora personal, de código lineal a uno orientado a objetos.

#### 4. Resultados

El programa se implementó exitosamente, logrando que cualquier una, dos, o tres bandas que no entregasen STTs sean descartadas de la secuencia de recolección, dejando así sólo el paro cuando ninguna de las bandas entregase STTs y reanudándose automáticamente su operación normal de la banda con problema cuando sus condiciones se reestablecieran.

No se requirió de esta forma, de la continua supervisión de un operador, ni de la compra de otro PLC, ni tiempos caídos debido a recableados. Las interacciones con la máquina se llevaron a cabo solamente en tiempos sin producción (el tiempo de carga y descarga del programa del PLC tomaba aproximadamente 15 segundos). Se incrementó la producción y fueron eliminados los tiempos muertos debido a STTs atorados o por bandas rotas en el horno de envejecimiento. Estos problemas representaban en su momento mas del 85% del tiempo muerto de la línea de producción.

#### 4. Conclusiones

Con la aproximación de grafcat y modularidad (individualidad de comportamiento de conjunto de actuadores, o individualidad de objetos) se logró un programa más eficiente, legible, de fácil mantenimiento y productivo. Se eliminaron tiempos muertos, no se agregaron operaciones adicionales y no se realizaron inversiones costosas y se evitaron prolongados paros de línea.

#### Referencias

- [1] Groover M. *“Automation, Production Systems, and Computer - Integrated Manufacturing”*, Prentice Hall, USA, 2da Ed, 2001.
- [2] Favela A. *“Laboratorio integral de ingeniería de control”*, ITESM, México, 1996.

- [3] Palomera F. *“Manual del laboratorio de sistemas de control automático”*, ITESM, México, 1996.

- [4] Palomera F. *“Manual del laboratorio de control de procesos”*, ITESM, México, 1996.