

# Programación Reactiva

La programación reactiva consiste en un esquema de programación en el que las interrupciones aleatorias que pueden efectuarse dentro de las líneas de producción son tomadas en cuenta para generar el plan de fabricación y sus derivaciones en caso de llegada de órdenes de trabajo imprevistas o fallas en los sistemas. Muchos han sido los enfoques utilizados para abordar esta clase de problemas. Se han clasificado las interrupciones aleatorias como aquellas que se llevan a cabo en tiempo real o fuera de línea, y basándose en ello, han generado modelos reactivos que le hacen frente.

En investigaciones se introdujo un mecanismo de programación de producción reactivo y dinámico para resolver interrupciones por cambios de órdenes de producción y recursos de manufactura. El mecanismo propuesto modifica solo la parte de los programas creados originalmente para mejorar la eficiencia de la programación reactiva, mientras mantiene la calidad de programación.

Se estudió un ambiente de manufactura flexible con interrupciones y un requerimiento de respuesta con restricción de tiempo en la reprogramación. Su propuesta se basó en la utilización de una base de datos dinámica, la cual podía reformar el estado actual del sistema perturbado vía totalización de los recursos remanentes y trabajos en proceso. Se consideraron los problemas de programación en los que un conjunto de trabajos originales ya se han programado para minimizar un determinado objetivo y un nuevo conjunto de trabajos llega de imprevisto y ocasiona una perturbación, en un ambiente de manufactura de una sola máquina. Para su solución, diseñaron dos modelos: el primero, para minimizar los costos de programación de todos los trabajos sujeto a un límite sobre la ruptura causada al programa original; y el segundo, para minimizar un objetivo de costo total en el que se incluye la medida del costo original y el costo por la ruptura.

# Programación Reactiva

## Redes de Petri

Una Red de Petri (RdP) es un tipo particular de grafo dirigido, pesado y bipartito. Se afirma que las redes de Petri permiten modelar fácilmente sistemas con eventos concurrentes, asíncronos, distribuidos, paralelos y/o estocásticos, donde cada pieza puede tener rutas alternativas para su proceso dentro del sistema y esto ocurre en los sistemas de manufactura flexible.

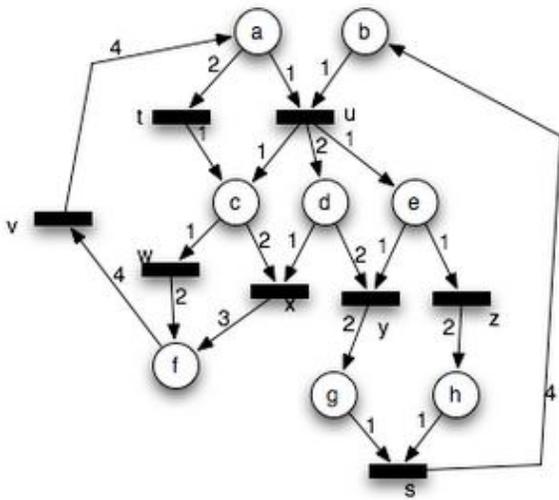


Figura 3. Modelo de Red de Petri

Fuente: Acevedo y Mejía, 2006

Algunas de las aplicaciones de las RdP son en las que se desarrolla un método de transformación de las normas de producción en Redes de Petri para mantener la exactitud, consistencia e integridad de la base de datos a programar. Gradisar y Music (2007) describen cómo aplicar Redes de Petri temporizadas y datos históricos

# Programación Reactiva

en la modelización de los sistemas de producción. Para ello se construye un algoritmo de redes de Petri en Matlab y para mostrar la eficiencia de la propuesta lo aplican a un problema de programación en la producción de herrajes para muebles. Se presentó un modelo de flujo de trabajo para el Desarrollo Cooperativo de Productos (DCP). Para ello se plantearon como objetivo analizar el proceso de desarrollo de la producción basada en las Redes de Petri, tomando como referencia la gestión de flujo de trabajo.

## **Algoritmos Genéticos**

Los Algoritmos Genéticos (AGs) son métodos de búsqueda estocástica que utilizan las teorías de evolución y selección natural para resolver un problema dentro de un espacio de solución complejo y forma parte de una población más amplia de algoritmos denominados Algoritmos Evolutivos.

El uso de los AGs para la resolución de problemas de programación y asignación de recursos puede observarse en investigaciones en las que se logra optimizar el manejo de materiales en una empresa fabricante de cremas dentales mediante métodos evolutivos.

Se presenta un algoritmo genético basado en un sistema multiagente para la programación de la producción en un taller de flujo híbrido en el que diferentes máquinas son capaces de producir los mismos productos. Correa et al. (2008) presenta una revisión del estado del arte de los métodos meta heurísticos, principalmente algoritmos genéticos existentes en la literatura para el problema genérico del Job Shop, minimizando el makespan y resalta que esta clase de métodos

# Programación Reactiva

son los más recurrentes a la hora de solucionar el problema genérico de los talleres de producción.

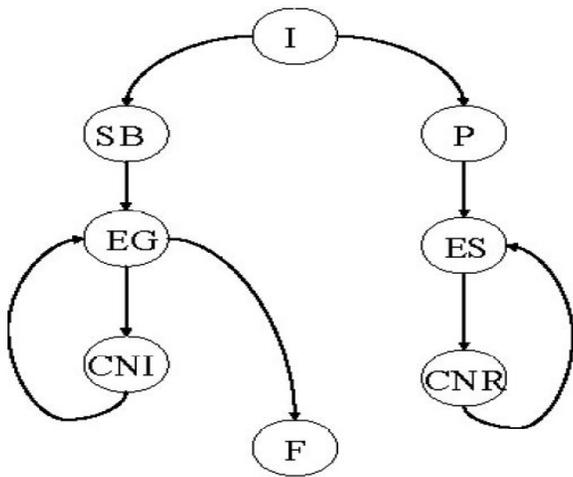


Figura 4. Ejemplo de Aplicación de Algoritmos Genéticos. Estados de un Agente Familia

Fuente: Gómez (2007)

Se presentó el desarrollo de un método basado en algoritmos genéticos y programación lineal para la solución de un problema de corte unidimensional para optimizar un proceso de producción de cajas de cartón. Como parte de las conclusiones resalta que el desempeño del método desarrollado es superior a las soluciones anteriores obtenidas al utilizar únicamente algoritmos genéticos o programación lineal.

# Programación Reactiva

## Teoría de las Restricciones

Esta teoría fue propuesta por Goldratt en la década de los 80 y desde entonces ha sido ampliamente utilizada en la industria. Es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Tiene como premisa fundamental que en toda empresa existen restricciones que impiden que las ganancias sean ilimitadas. Estos factores limitantes se denominan cuellos de botella y el objetivo de la gerencia debe ir orientado a la neutralización de los mismos.

Se utilizó esta técnica para diseñar un sistema de programación en una empresa de artes gráficas en Medellín y logró detectar las brechas para el aumento de las ganancias y en base a ello estructurar mecanismos para enfrentarlas. Se utilizaron la Teoría de las restricciones y la dinámica de sistemas para rediseñar un método de producción a partir del uso de árboles de resolución de problemas, árbol de uso de recursos y la transferencia de la matriz de restricciones. El objetivo era mejorar la eficacia y eficiencia de los sistemas de producción mediante el establecimiento de un mecanismo de supervisión, previsión y gestión de restricciones.

Presentaron un algoritmo para la optimización de la programación de un conjunto de productos bajo la teoría de restricciones, tomando en cuenta todos los recursos cuello de botella mediante el cálculo de una relación de prioridad. Los resultados muestran que el algoritmo propuesto es un instrumento práctico para la obtención de la programación del conjunto de productos que optimiza los beneficios.

# Programación Reactiva

## **Planificación de los Requerimientos**

La planificación de los requerimientos de los recursos empresariales generalmente se logra a través de sistemas integrados que permiten optimizar los procesos empresariales, acceder a la información de forma fiable, concisa y segura, no replicar información a través de bases de datos centralizadas, dar soporte a los clientes del negocio, gestionar eficientemente los recursos de información para la toma de decisiones y minimizar los costos de operaciones.

## **Planificación de los Requerimientos de los Materiales (MRP)**

Un sistema MRP transforma un plan maestro de producción en un programa detallado de necesidades de materiales y componentes requeridos para la fabricación de los productos finales utilizando para ello las listas de materiales. En este sentido, los programas generados por el MRP provocan el inicio de los procesos de producción para satisfacer las fechas de entrega. Las piezas requeridas se procesan y pasan a la siguiente etapa hasta que se produce el montaje final.

El hecho de no considerar ninguna restricción de capacidad fue considerado una desventaja en la planificación real de los materiales y el MRP evolucionó al sistema MRP II en el que se encuentran funciones como planificación de negocio, ventas y planificación de la producción. Sin embargo, señalan que los sistemas MRP II son los más utilizados para la planificación y control de la producción en las industrias, aunque en algunos casos haya problemas para su implementación.

# Programación Reactiva

## **Planificación Jerárquica de la Producción (HPP)**

Los procesos de planificación jerárquica de la producción descomponen el problema global de toma de decisiones en una serie de sub-problemas que corresponden a diferentes niveles de una jerarquía de planes. Estos sub-problemas pueden resolverse en secuencia, de modo que la solución en cada nivel impone restricciones sobre el problema del nivel inferior (enfoque de arriba-abajo).

Se señala que si bien el MRP podría considerarse como un procedimiento jerárquico, la HPP lo es realmente, y se basa en la división del problema de la planificación de la producción en varios niveles. La planificación jerárquica de la producción (HPP) difiere marcadamente del MRP y sus implicaciones matemáticas habían impedido que lograra el mismo grado de aceptación.

Las aplicaciones de la HPP son diversas. Por ejemplo, la utilizan en un ambiente de multiproducto y multimáquina para asignación de recursos en un horizonte temporal, para los problemas de la cosecha de la caña de azúcar y en un taller flexible automatizado en china.

Se explora el problema de la HPP de sistemas flexibles de fabricación con el objetivo de descomponer planes de producción a mediano plazo en planes de producción a corto plazo que minimicen los costes sujetos a la restricción de que las demandas sean satisfechas.