

# Minimización del trabajo perdido en líneas de montaje con productos mixtos y múltiples estaciones

Joaquín Bautista<sup>1</sup>, Jaime Cano<sup>2</sup>, Jordi Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>joaquin.bautista@upc.es, jorge.pereira@upc.es, ETSII de Barcelona, UPC

<sup>2</sup>jaime.cano-belman@upc.es, Departamento de Estadística e Investigación Operativa, UPC

<sup>3</sup>ETSEII de Barcelona, UPC

## Resumen

La secuenciación de unidades en líneas de montaje de productos mixtos puede atender a diversos criterios; uno de ellos es el que consiste en minimizar la sobrecarga o trabajo perdido. En el presente trabajo proponemos heurísticas para el caso general con  $n$  variantes de un producto y  $m$  estaciones de trabajo y probamos la eficiencia de dichos procedimientos a través de una experiencia computacional.

**Palabras Clave:** JIT, Heurísticas, Secuenciación.

## 1. Introducción

Las líneas de montaje de productos mixtos presentan una problemática especial al secuenciar las unidades que conforman un plan mixto de producción. Estas líneas empleadas en entornos de gestión Just in Time o de fabricación sincronizada, donde la reducción del tamaño de lotes de fabricación es fundamental, generan problemas a la hora de secuenciar dichas unidades. Aquí no son válidas todas las secuencias, sino que son más satisfactorias aquellas que están sujetas a un criterio que podemos denominar mantenimiento de la regularidad en la producción. Un mismo producto puede presentar un elevado número de versiones diferentes; cada versión se distingue por los valores que adoptan los atributos del producto, por los componentes requeridos, por las cargas de trabajo que generan algunas opciones en las estaciones, etc. El criterio de mantener la regularidad en la producción puede llevarse a la práctica de diversas formas con el propósito de lanzar a línea las unidades en secuencia que cumplan propiedades u objetivos tales como: (1) las unidades de un mismo tipo entren a línea a intervalos regulares de tiempo; (2) el consumo de componentes sea lo más regular posible a lo largo del tiempo; (3) las unidades con un mismo valor de atributo entren a línea a intervalos regulares; (4) reducir a mínimos las sobrecargas generadas en las estaciones de trabajo debidas a las exigencias de trabajo extra que requieren las opciones especiales; (5) reducir a mínimos el tiempo o trabajo que se pierde a causa de las sobrecargas; etc.

En el presente trabajo nos centramos en la obtención de secuencias regulares asociadas al objetivo de minimizar el tiempo o trabajo perdido.

## 2. El problema

En nuestro problema, existen tareas que pueden requerir un tiempo de realización mayor o menor al tiempo de ciclo. Esto se debe a que el tiempo de ciclo se ha obtenido promediando los tiempos de proceso de todas las operaciones necesarias para montar una unidad. Es fácil ver que la entrada sucesiva a línea de unidades con tiempo de proceso superior al ciclo puede generar sobrecarga o, por disponibilidad de tiempo, dejar parte del trabajo sin completar. Entre los trabajos que abordan este tipo de problema están: (1) Yano y Rachamadugu [4], con dos variantes de producto y una o varias estaciones de trabajo, con el propósito de minimizar la sobrecarga total generada por la secuencia; (2) Bolat y Yano [1] [2] que extienden el trabajo anterior, proponiendo tres métodos de resolución e introduciendo el concepto de tiempo ocioso; (3) Tsai [3] que extiende los trabajos anteriores al tener en consideración los tiempos de desplazamiento del operario, y establece dos objetivos: minimizar el desplazamiento máximo del trabajador a partir del origen de la estación y minimizar el trabajo no completado. Partiendo de trabajos anteriores [5], aquí nos centraremos en el caso múltiples estaciones y múltiples productos.

## 3. Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el CIDEM en el marco de un proyecto de investigación fruto del convenio 02CN03 entre la Cátedra Nissan UPC y la Generalitat de Catalunya. Agradecemos también la colaboración y facilidades prestadas por la empresa Nissan Motor Ibérica.

## 4. Bibliografía

- [1] Bolat, A., Yano, C. (1992). Scheduling algorithms to minimize utility work at a single station on paced assembly line. *Production Planning and Control*, 3(49), 393-405.
- [2] Bolat, A., Yano, C. (1992). A surrogate objective for utility work in paced assembly line. *Production Planning and Control*, 3(4), 406-412.
- [3] Tsai, L.H. (1995). Mixed-model sequencing to minimize utility work and the risk of conveyor stoppage. *Management Science*, 41(3), 485-495.
- [4] Yano, C.A., Rachamadugu, R. (1991). Sequencing to minimize work overload in assembly lines with product options. *Management Science*, 37(5), 572-586.
- [5] Bautista, J., Cano, J., Pereira, J. (2003). Secuenciación de unidades en una línea de montaje minimizando el trabajo perdido. SEIO2003, Lleida.