

Problema de asignación de tiempos en la organización de una línea de ensamble

Introducción

Existen distintos procesos en la manufacturación de un producto, en especial si se tiene una empresa que se dedica a realizar inyección de plástico el proceso implica determinar el tamaño de lote óptimo de los productos y la asignación de piezas, moldes y máquinas para fabricarlos. Además, en la línea de ensamble debe haber una buena asignación entre estaciones de trabajo de tal modo que se reduzcan los tiempos de espera entre el ensamble de un producto y otro.

El objetivo es unir ambos procesos. Se desea realizar una buena asignación en la que se permita maximizar el tamaño de lote de plásticos requeridos para el producto tomando en cuenta que en el proceso de la producción se lleve a cabo el ensamble de los plásticos en donde se busque minimizar el tiempo inactivo de los trabajadores, de tal manera que al final del día ambos procesos consigan un balance y no existan piezas que no han sido ensambladas.

Para poder lograr un modelo matemático eficiente para resolver el problema se desea trabajar con un problema de optimización combinatoria.

Problemas de optimización combinatoria

Es una rama de la optimización. Su dominio se compone de problemas de optimización donde el conjunto de posibles soluciones es discreto o se puede reducir a un conjunto discreto.

A la hora de tratar con problemas de optimización combinatoria, el objetivo consiste en encontrar la mejor solución posible existente o solución óptima, aquella que minimiza una función de coste dado.

Problema de Producto-Pieza-Molde-Máquina

Un problema de Producto-Pieza-Molde-Máquina¹ (PPMM) tiene como enfoque determinar el tamaño de lote óptimo de los productos haciendo una asignación de producción precisa de las piezas a los moldes y de los moldes a las máquinas con el fin de maximizar el valor total de los productos fabricados menos los costos de inventario de las piezas. El modelo matemático que se utiliza para lograr una solución óptima es el siguiente:

$$\max \sum_{t \in T} \left(\sum_{i \in I} p_i^t w_i^t - \sum_{j \in J} h_j^t r_j^t \right) \quad (1)$$

Sujeto a:

$$w_i^t \leq d_i^t \quad t \in T, i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J(k)} x_{jkl}^t \leq M_{kl}^t y_{kl}^t \quad t \in T, k \in K, l \in L(k) \quad (3)$$

$$\sum_{l \in L(k)} z_{kl}^t \leq 1 \quad t \in T, k \in K \quad (4)$$

$$r_j^t + \sum_{i \in I(j)} a_{ij} w_i^t = r_i^{t-1} + \sum_{k \in K(j)} \sum_{l \in L(k)} c_{jkl} x_{jkl}^t \quad t \in T, j \in J \quad (5)$$

$$\sum_{k \in K(l)} \left(s_{kl} (y_{kl}^t - z_{kl}^{t-1}) + \sum_{j \in J(k)} b_{jkl} x_{jkl}^t \right) \leq f_l^t \quad t \in T, l \in L \quad (6)$$

$$r_j^t = z_{kl}^t = 0 \quad t = |T|, j \in J, k \in K, l \in L(k) \quad (7)$$

$$w_i^t, x_{jkl}^t, r_j^t \in \mathbb{Z}^+ \quad t \in T, i \in I, j \in J, k \in K(j), l \in L(k) \quad (8)$$

$$z_{kl}^t, y_{kl}^t \in \{0, 1\} \quad t \in T, k \in K, l \in L(k) \quad (9)$$

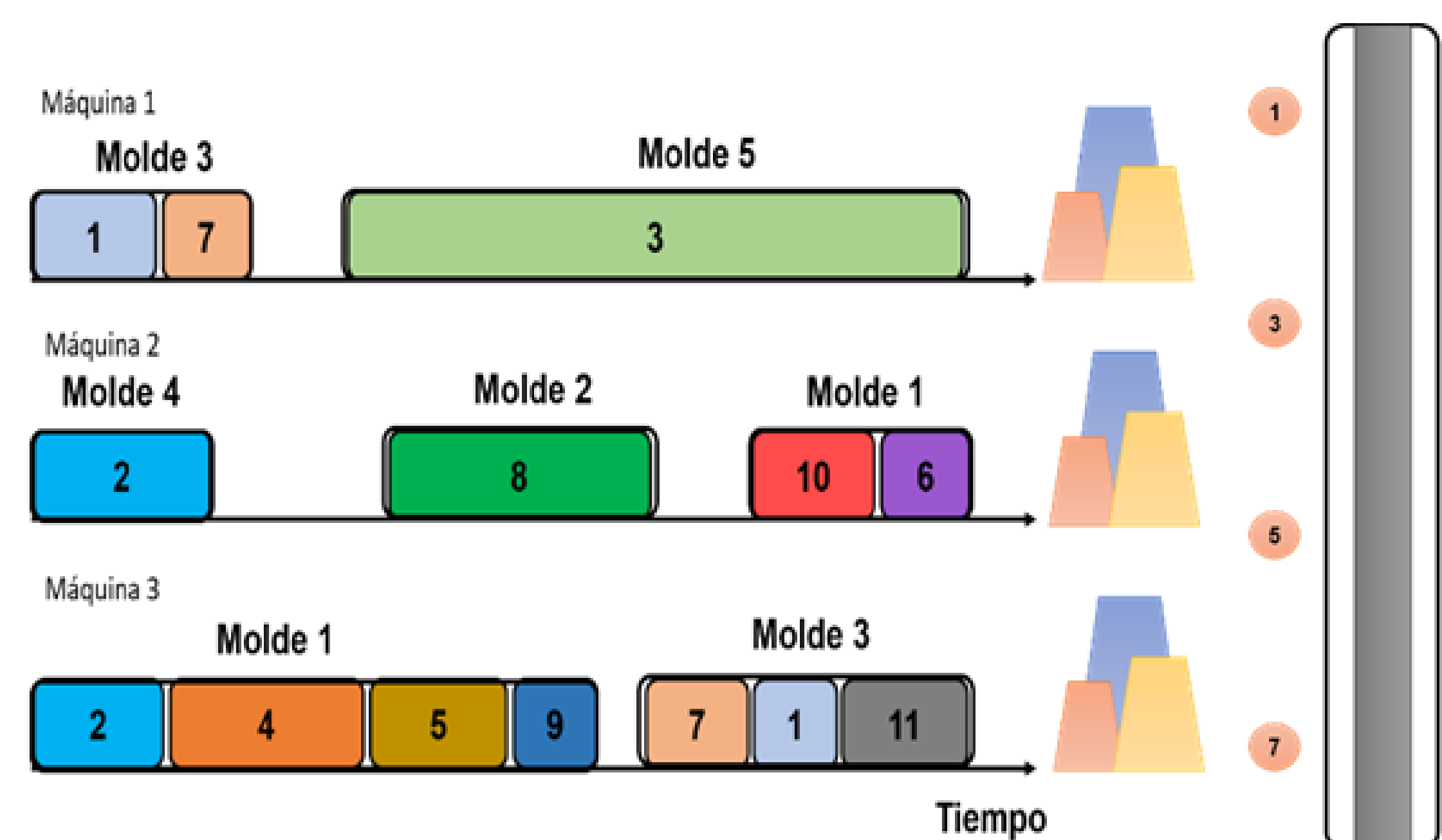
El resultado obtenido es aquella asignación en la que se tiene disminución de tiempos de espera y maximización de productos hechos durante el periodo establecido.

Línea de ensamble

Una línea de ensamble se enfoca principalmente en el aprovechar al máximo el trabajo humano, minimizando al máximo el tiempo inactivo del trabajador. Se supone que hay un tipo de ritmo y que el tiempo de procesamiento permitido es equivalente para todas las estaciones de trabajo.

Ejemplo

Supongamos que se requieren hacer 11 piezas de plástico para lograr hacer dos muñecas en donde se tienen 5 moldes distintos y 3 máquinas están funcionando, tomando en cuenta los tiempos de cambio de pieza en el molde y cambio de molde en la máquina se obtiene la solución de la siguiente figura.



Teniendo ya la una solución óptima en la asignación de las piezas con los moldes y las máquinas se desea saber ahora en qué momento la línea de ensamble debe comenzar a trabajar de manera que se minimice el tiempo de ocio.

Para ello se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones, como el tiempo que tarda la máquina en producir la pieza, cuántas personas estarán trabajando en la línea de ensamble, cuánto tiempo tarda cada persona en ensamblar, cuántas personas habrá en cada estación de ensamble, si el producto plástico tiene un orden de ensamble o si se pueden hacer subensambles.



Bibliografía

¹ Yasmín A. Ríos Solís, Omar J. Ibarra Rojas, Edgar Possani, Marta Cabo. *Heuristic based on mathematical programming for a lot-sizing and scheduling problem in the mold-injection production*. *International Journal of Production Economics*, 2017.

² Omar J. Ibarra Rojas, Yasmín A. Ríos Solís, M. A. Saucedo-Espinoza. *A decomposition approach for the piece-mold-machine manufacturing problem*.