

Resumen

Los sistemas de producción se enfrentan a retos globales en los que el concepto de fabricación colaborativa es crucial para poder tener éxito en el entorno cambiante y complejo en el que nos encontramos. Una característica de los sistemas productivos que puede ayudar a lograr este objetivo consiste en disponer de una red de fabricación distribuida en la que los productos se fabriquen en localizaciones diferentes y se vayan ensamblando para obtener el producto final. En estos casos, disponer de modelos y herramientas para mejorar el rendimiento de sistemas de producción distribuidos con ensamblajes es una manera de asegurar la eficiencia de los mismos.

En esta tesis doctoral se estudian los sistemas de fabricación distribuidos con operaciones de ensamblaje. Los sistemas distribuidos y los sistemas con operaciones de ensamblaje han sido estudiados por separado en la literatura. De hecho, no se han encontrado estudios de sistemas con ambas características consideradas de forma conjunta.

Dada la complejidad de considerar conjuntamente ambos tipos de sistemas a la hora de realizar la programación de la producción en los mismos, se ha abordado su estudio considerando un modelo bietápico en la que en la primera

etapa se consideran las operaciones de producción y en la segunda se plantean las operaciones de ensamblaje.

Dependiendo de la configuración de la primera etapa se han estudiado dos variantes. En la primera variante se asume que la etapa de producción está compuesta por sendos sistemas tipo flowshop en los que se fabrican los componentes que se ensamblan en la segunda etapa (Distributed Assembly Permutation Flowshop Scheduling Problem o DAPFSP). En la segunda variante se considera un sistema de máquinas en paralelo no relacionadas (Distributed Parallel Machine and Assembly Scheduling Problem o DPMASP). En ambas variantes se optimiza la fecha de finalización del último trabajo secuenciado (C_{\max}) y se contempla la posibilidad que existan tiempos de cambio (setup) dependientes de la secuencia de trabajos fabricada. También, en el caso DPMASP se estudia la posibilidad de prohibir o no el uso de determinadas máquinas de la etapa de producción.

Se han desarrollado modelos matemáticos para resolver algunas de las variantes anteriores. Estos modelos se han resuelto mediante los programas CPLEX y GUROBI en aquellos casos que ha sido posible. Para las instancias en los que el modelo matemático no ofrecía una solución al problema se han desarrollado heurísticas y metaheurísticas para ello.

Todos los procedimientos anteriores han sido estudiados para determinar el rendimiento de los diferentes algoritmos planteados. Para ello se ha realizado un exhaustivo estudio computacional en el que se han aplicado técnicas ANOVA.

Los resultados obtenidos en la tesis permiten avanzar en la comprensión del comportamiento de los sistemas productivos distribuidos con ensamblajes, definiendo algoritmos que permiten obtener buenas soluciones a este tipo de problemas tan complejos que aparecen tantas veces en la realidad industrial.