

Solución al problema de localización de repuestos para activos móviles

Solution of a location problem of spare parts inventory for mobile assets

Sebastián Soto-Contreras, Raúl Stegmaier-Bravo, Mónica A. López-Campos
 Universidad Técnica Federico Santa María
 (Chile)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8373>

En la industria de transporte y logística es común trabajar con una red de múltiples bases de mantenimiento (BM) y activos continuamente en movimiento entre dichas bases (flotas de camiones, aéreas, etc.). Uno de los retos de esta configuración es aumentar la rentabilidad de los activos, incrementando su disponibilidad gracias a una mejor gestión de repuestos en cada base.

Una estrategia para lograr lo anterior, es permitir "transbordos laterales" de repuestos entre las bases, lo que implica que los actores de un mismo escalón puedan realizar traspasos de inventario entre ellos. Así, estos actores pueden reducir sus niveles de stock y mantener un determinado nivel de servicio. Sobre todo considerando que el nivel de repuestos frecuentemente está restringido por un presupuesto operacional.

Para abordar el problema de asignación de niveles de inventario de repuestos a múltiples bases de mantenimiento, se plantea un modelo [1] que difiere de lo existente previamente en la literatura [2,3]. La diferencia fundamental es que el modelo propuesto considera un proveedor principal (PP) con una capacidad de recepción de solicitudes de repuestos finita, pero capaz de resolver las necesidades de la firma a un nivel determinado. En caso de que el PP no pueda responder a un requerimiento adicional de repuestos, se puede recurrir a un proveedor externo (PE) a un coste mayor. Esta modificación, más cercana a la operación real de una cadena de suministros, también puede ser tomada como una restricción de la firma mandante, la cual admite una cantidad limitada de pedidos en espera.

Dado el componente estocástico de las solicitudes de repuestos, se modela el proceso como una cadena de *Markov*. Esta cadena está constituida por estados, donde cada uno indica la cantidad de repuestos disponibles en cada BM. La estructura

de la cadena depende de la cantidad de BM, los niveles de *stock* asignados a cada una y la capacidad del PP.

La formulación propuesta consiste en un modelo combinatorial, no lineal y entero, que busca minimizar el tiempo medio en que un equipo no está disponible, el cual contempla tanto el tiempo de intervención para reparación, como los tiempos de transbordo y de reacción del PP y del PE. Para esta minimización se modifica la cantidad de stock de repuestos en las distintas bases, sujeto esto a un presupuesto operacional.

La aplicación experimental del modelo y su solución se realizó para el caso de tres BM bajo distintos escenarios, variando la tasa de requerimiento de repuestos del sistema (λ) en tres niveles (bajo, medio y alto) y mediante la modificación de los tiempos de transbordo entre las BM.

A partir de este análisis es posible observar el comportamiento ascendente de los tiempos de reacción y de los costos por utilización de proveedores de emergencia a medida que aumenta la tasa de requerimiento de repuestos. Esto provoca que, debido a las restricciones de presupuesto, los niveles de repuestos máximos permitidos para el sistema, disminuyan. Luego, se entra en un círculo vicioso, en el cual no se pueden mantener más repuestos porque los costes de uso del PE aumentan y a su vez, se debe utilizar mayormente los PE debido a que hay insuficientes repuestos.

Finalmente, los resultados obtenidos indican que en general, cuando la tasa de requerimiento de repuestos aumenta es recomendable mantener el stock en una sola base y que esta actúe como un HUB usando transbordos laterales. Junto esto se realiza la importancia de los tiempos de repuesta de los proveedores y no solo los costes directos de mantenimiento de inventario, a la hora de definir el nivel de inventario de repuestos.

REFERENCIAS

- [1] Soto-Contreras, Sebastian, Stegmaier-Bravo, Raul, López-Campos, Monica et al. Spare parts allocation and stock levels in multiple maintenance bases. *DYNA Management*, January-December 2017, vol. 5, no. 1, p.[12 p.]. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/MN8187>
- [2] Xu J., Zuo H., Sun L., "A Multi-item, Multi-echelon Inventory Allocation Model for Aircraft Spare Parts Based on VARI-METRIC," *Information Technology Journal*, vol. 13, pp. 2218-2223, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/ijtj.2014.2218.2223>
- [3] Wong H., van Houtum G., Cattrysse D., et al. "Multi-item spare parts systems with lateral transshipments and waiting time constraints," *European Journal of Operational Research*, vol. 171, nº 3, pp. 1071-1093, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2005.01.018>

