

---

## Resumen

Esta tesis está centrada en los sistemas de Multilateración (MLAT) Modo S para las operaciones de control de tráfico aéreo (ATC), específicamente en su diseño y en el proceso de localización de blancos cooperativos realizado por los mismos. Ésta aborda el desarrollo de nuevas estrategias de diseño y de localización. Las estrategias de diseño se basan en la aplicación de técnicas de optimización metaheurística, mientras que las de localización están basadas en la aplicación y combinación de métodos de regularización junto con algunos algoritmos actuales.

Las estrategias de diseño están compuestas por un procedimiento general, y efectivo, que permite la ubicación, en el volumen de vigilancia, de estaciones receptoras para sistemas MLAT estándar y mejorados, así como de un conjunto de estrategias que se utilizan con dicho procedimiento. Este procedimiento utiliza la metaheurística de los Algoritmos Genéticos (GA), y tiene como objetivo el cálculo de parámetros de diseño útiles, que permiten obtener configuraciones de sistema que proveen los niveles de rendimiento adecuados. Además, el procedimiento propuesto en esta tesis se puede utilizar también para la evaluación y mejora de otros diseños previos, así como para la mejora o ampliación de sistemas ya desplegados. En este contexto, se han superado ciertos problemas como la escasez de modelos generales que relacionen los parámetros de rendimiento del sistema, con aquellos que pueden ser simulados por ordenador, la configuración del problema de diseño como un problema de optimización por ordenador, el desarrollo y aplicación de herramientas numéricas para analizar y evaluar el rendimiento de los sistemas MLAT, la evaluación de la complejidad del problema de optimización resultante, y la aplicación y modificación de algunos componentes de los GA para la solución de dicho problema de optimización. Las contribuciones de esta parte se validan por medio de simulaciones de un escenario aeroportuario real.

Las estrategias de localización están compuestas por un conjunto de algoritmos regularizados de localización, desarrollados en esta tesis, por un conjunto de mejoras adicionales, y por ciertos algoritmos actuales de

localización. Dichas estrategias pueden ser utilizadas tanto para vigilancia en superficie como para área amplia, y solucionan algunos problemas reales como la pérdida de precisión cuando se dispone de un número reducido de estaciones, o para áreas pequeñas donde todas las estaciones están muy cercanas unas de otras (por ejemplo, para vigilancia de superficie aeroportuaria), y la reducción de algunos errores debidos al efecto multicamino. Además, las estrategias de localización desarrolladas en esta tesis son altamente eficientes en sentido estadístico y numérico, en contraste con las actuales que lo son únicamente en un sentido (estadístico o numérico). En este contexto, se han superado ciertos problemas como la identificación y evaluación de las causas numéricas de los problemas anteriormente mencionados, el análisis de los algoritmos de localización actuales, la adaptación de la teoría de los métodos de regularización a la solución de los problemas de localización, el desarrollo de algunas herramientas numéricas adicionales que permitan la implementación, en tiempo real, de los algoritmos propuestos, y la combinación de los algoritmos actuales con los propuestos. Las contribuciones de esta parte se validan con simulaciones en escenarios con datos de medidas simuladas y en escenarios con datos de medidas reales.

**Palabras claves:** Multilateración, Localización Pasiva, Modo S, Vigilancia de Superficie, Optimización Combinatoria, Técnicas Metaheurísticas, Arquitecturas y Sistemas Radar, Control de Tráfico Aéreo, Métodos de Regularización, Problemas Inversos.