

Técnicas y sistemas de vigilancia ATS

Los sistemas de vigilancia conforman la base tecnológica a partir de la cual se facilita el conocimiento a tiempo real de la posición de las aeronaves a las personas y sistemas encargados de mantener la separación de éstas. Los proveedores de servicios de navegación aérea son responsables del movimiento seguro y eficiente de las aeronaves dentro del espacio aéreo bajo su responsabilidad.

Clasificación

En función de los datos obtenidos por el usuario de vigilancia se distinguen tres tipos:

- **Vigilancia básica:** incluye la posición y el indicativo de la aeronave.
- **Vigilancia elemental:** engloba la vigilancia básica y añade la dirección OACI de 24 bits asignada, la altitud de presión y la velocidad vertical y longitudinal.
- **Vigilancia mejorada:** además de la información aportada por la vigilancia elemental se añaden una serie de datos derivados de la aeronave (ADD) entre los que se incluye información como velocidad indicada, número de Mach, ground speed, ángulo de alabeo, rumbo magnético...

Técnica	Características	Medios empleados
Independiente La posición se obtiene de sensores terrestres	No cooperativa Detección sin participación	Radar primario (PSR)
	Cooperativa Participación en la detección	Radar Secundario (SSR) Modo S, MLAT
Dependiente La posición se obtiene de la aeronave	Convencional Comunicación de la posición a petición del ATC	Comunicaciones aire-tierra VHF/UHF/HF

Automática Se radiodifunde la posición (ADS-B / ADS-C)	Enlace de datos 1090ES UAT, VDLm4
--	--------------------------------------

Radar primario PSR

El radar primario es un sistema terrestre que emite impulsos electromagnéticos y mide el tiempo que transcurre hasta que se recibe el eco que rebota en un blanco (en este caso, las aeronaves). El sistema es capaz de determinar la presencia de un blanco y de determinar su posición (en azimut) y distancia y, tras el tratamiento de esos datos, la velocidad y dirección del movimiento.

El principio básico del PSR es medir el tiempo que un impulso tarda en ser emitido y devuelto por un objeto.

Radar secundario SSR

A diferencia del radar primario, el radar secundario emite una señal llamada "**interrogación**" que es recibida por las aeronaves. Los **transpondedores** embarcados en las aeronaves emiten otra señal electromagnética tras detectar la interrogación, denominada "**respuesta**". La ubicación de las aeronaves puede ser calculada midiendo el tiempo que ha transcurrido entre la emisión de la interrogación y la recepción de la respuesta.

Además de la información de distancia y acimut, el SSR también es capaz de obtener información de **identidad** y **altitud de presión** de la aeronave. Este radar determina la existencia de blancos cooperativos y es capaz de solucionar el problema de desconocimiento de la altitud que plantea el PSR.

Modo S

El modo S (**selectivo**) del radar secundario es una evolución que se caracteriza por tener la capacidad de interrogar en un modo selectivo a los aviones que portan un transpondedor compatible con este modo.

Esta evolución surge para resolver las deficiencias del SSR convencional como por ejemplo:

- El radar podía recibir **respuestas de otras estaciones**.
- **Respuestas solapadas** entre aeronaves próximas.
- **Limitación de códigos de identificación**: El modo A proporciona 4096 (4 dígitos del 0 al 7, 8 en total. Por tanto $8^4 = 4096$). El modo S proporciona una dirección exclusiva de 24 bits que generan 16.777.214 (2^{24}).
- **Escasa resolución de la información de altitud**. Los 100 ft de resolución del modo C puede ser insuficiente.
- **Reflexiones de las señales**: provocando falsas medidas.

Radar de superficie SMR

El radar de superficie (SMR) es considerado un sensor básico en la vigilancia de los movimientos en la superficie de los aeropuertos, sobre todo cuando existen condiciones de baja visibilidad. Es capaz de detectar blancos no cooperativos, ya sean aeronaves, vehículos o cualquier objeto en línea vista directa con el radar.

Con el empleo del SMR la reducción de la capacidad de operación de un aeropuerto debida a causas como condiciones meteorológicas adversas puede ser mitigada. En condiciones de baja visibilidad la capacidad de separación por medios visuales se reduce considerablemente por lo que el uso de este radar es determinante y se suma a otros medios convencionales como informes de posición transmitidos por radio o la multilateración.

No todos los aeródromos reúnen condiciones suficientes para que la instalación de un radar de superficie sea rentable, para ello se debe tener en cuenta las condiciones de visibilidad del aeródromo, la densidad del tráfico y la complejidad de las operaciones de este.

Es un radar que se distingue por tener un corto alcance, una alta resolución en distancia y acimut y una alta velocidad de refresco de la posición de los blancos. El corto alcance para el que esta diseñado supone una ventaja ya que necesita una potencia menor que un PSR convencional.

Vigilancia Dependiente Automática (ADS)

La Vigilancia Dependiente Automática es una técnica de vigilancia en la que las aeronaves suministran automáticamente mediante un enlace de datos **información obtenida a partir de los sistemas de la propia aeronave de posicionamiento** y navegación, incluyendo la identificación de la aeronave, su posición, así como otra información adicional como puede ser la intención de vuelo o datos meteorológicos.

Sus siglas representan tres palabras que la definen:

- **Automática** porque no es necesaria ninguna iniciativa por parte del piloto para enviar los datos.
- **Dependiente** porque la información de vigilancia obtenida depende del sistema de navegación a bordo de la aeronave.
- **Vigilancia** porque proporciona la posición 4D de la aeronave (posición en el espacio (3D) + Proyección de su posición futura en el tiempo)

Para su implantación se han definido dos técnicas diferenciadas, la ADS-C y la ADS-B.

ADS-C

Es la vigilancia dependiente automática por **contrato**. La aeronave transmite a través de comunicaciones punto a punto información a una determinada dependencia de tierra. Los datos y las condiciones de transmisión son acordadas mediante el establecimiento de uno o más contratos.

Se produce un flujo de comunicaciones bidireccional entre la estación terrena y la aeronave. En los contratos se especifican las características de los informes transmitidos por la aeronave como por ejemplo el ritmo al que la aeronave transmite esta información, el tipo de información enviada y las condiciones en las que ésta debe ser enviada.

Las primeras implantaciones de la ADS-C se han basado en las comunicaciones por satélite como medio para establecer el enlace de datos puesto que este sistema es muy útil en zonas oceánicas o con escasez de infraestructuras terrestres. Puede ser implantada al mismo tiempo que otras técnicas como por ejemplo el CPDLC.

ADS-B

La ADS-B es una técnica de vigilancia que consiste en la radiodifusión (**Broadcast**) mediante enlace de datos de ciertos parámetros de a bordo como identificación, posición o la intención de vuelo entre otros, a intervalos frecuentes y regulares. Es un proceso autónomo puesto que los mensajes se transmiten solos, además, la aeronave no conoce los sistemas que están recibiendo la información.

Los mensajes se dividen en dos tipos: El segmento tierra y el segmento aeronave.

- En el segmento tierra, el sistema se basa en la **recepción por parte de una estación terrestre** de la información de **posición emitida por las aeronaves (ADS-B OUT)**,
- El segmento aeronave está basado en la **recepción por parte de la aeronave (ADS-B IN) de la posición emitida por otras.**

Este sistema tiene multitud de aplicaciones tanto de vigilancia tierra-aire como aire-aire ya que los datos de posición provienen de los propios sistemas de navegación de la aeronave (GNSS, IRS, etc.) y son bastante más precisos que los del radar.

Autor: [218981](#)

Revisión: [327085](#)