

INTRODUCCIÓN DEL MODO S EN LA ARMADA

Juan DEL POZO BERENGUER



*No hay lecciones aprendidas.
Si hubo lecciones aprendidas, no se pudieron aplicar.
Si se pudieron haber aplicado, no se quisieron aplicar.
Si se aplicaron, demostraron ser unas lecciones aprendidas
diferentes.*

Egmond van Rijn.

Introducción



A lo decían los payasos de la tele: «viajar en coche siempre es un placer». Al menos cuando uno viaja solo. Un asiento cómodo, una buena emisora de radio y el suave rugir de un buen motor de gasolina. Claro que el cinturón de seguridad, aunque incómodo, es fundamental en este escenario. Y es que en su día este elemento tuvo que implementarse a raíz del elevadísimo número de gente que gentilmente depositaba sus dientes delanteros en el placentero cuero del volante como consecuencia de los múltiples golpes que aún a día de hoy siguen ocurriendo cada día. Este es un claro ejemplo de implantación de mejoras a partir de las lecciones aprendidas en las tragedias. Pero no siempre han llegado los cambios de forma rápida y eficaz, ni en el mundo del automovilismo ni en el nuestro.

Antecedentes

En la mañana del 3 de julio de 1988 el USS *Vincennes* navegaba, acompañado del USS *Montgomery* y el USS *Sides*, en aguas del estrecho de Ormuz, en aguas territoriales iraníes, cuando el primero disparó sobre el *Iran Air 655*,



USS Vincennes. (Foto: www.wikipedia.org).

un *Airbus A300B2*, matando a sus 290 ocupantes. Este trágico error ha sido objeto de multitud de estudios y debates, muy particularmente desde el punto de vista táctico, cuyas implicaciones son conocidas, y no es mucho lo que se puede añadir en este sentido.

Sin embargo, hubo también consecuencias desde el punto de vista de la seguridad aérea que no han sido objeto de debate en la misma medida. Son estas a las que quisiera dedicar unas reflexiones por dos motivos fundamentales: por un lado porque en aquel momento no se contempló un cambio radical en los sistemas de navegación e identificación de las aeronaves para evitar estos errores, ya que el Modo 3/A estaba considerado como un sistema de identificación suficientemente bueno; y por otro porque cuando aparecieron estas mejoras aún tardamos años en implementarlas. Tuvieron que ocurrir otras tragedias de similares proporciones para que agencias de la categoría de ICAO (*International Civil Aviation Authority*), la FAA (*Federal Aviation Authority*) o incluso la prestigiosa CAA (*Civil Aviation Authority*) las impusieran de forma obligatoria. Entre ellas podemos recordar el caso del *Tupolev Tu-154* de Siberia Airlines, que fue abatido el 4 de octubre de 2001 por una

unidad de defensa aérea ucraniana que no fue capaz de identificar la aeronave correctamente mientras regresaba a Rusia tras partir de Tel Aviv. En similares circunstancias, un A300 de transporte de European Air Transport fue alcanzado por un misil superficie-aire en el ala derecha, al haber sido identificado incorrectamente mientras sobrevolaba Bagdad en noviembre de 2003. En este particular caso, el avión logró aterrizar sin que hubiera que lamentar víctimas. Resulta llamativo que los problemas de identificación implican en la casi totalidad de los casos a unidades militares. Sin duda es un tema que nos toca de cerca.

De todos estos sistemas hay dos que tienen particular interés. El primero es el ACAS (*Airborne Collision Avoidance System*) y el segundo el Modo S. Sobre el ACAS podríamos escribir algunos volúmenes, y sospecho que después del segundo o tercero llegaría a aburrir a más de uno. El segundo, sin embargo, creo que es especialmente interesante porque gracias a él no solo se ha logrado una mejora muy significativa en la identificación de aeronaves, particularmente cuando estas se encuentran en sus *stacks* o esperas sobre los aeropuertos y están todos muy juntos, sino porque tiene una cierta capacidad de transmisión de datos que contribuye a la precisión de la información disponible sobre cada vuelo. En el mundo civil su implantación es obligatoria en gran número de casos, como veremos más adelante, aunque hoy por hoy los buques de guerra no disponen, salvo honrosas excepciones, de este sistema que sin duda contribuiría a evitar situaciones como la del USS *Vincennes*.

Factores contribuyentes. El vuelo del Iran Air 655

No hay nada más desagradable que un vuelo que no sale a su hora. Generalmente es motivo de enfado entre los pasajeros no solo por el retraso en sí, sino porque siempre se debe a «un problema técnico, pero que se resolverá en 50 minutos». En fin, lo cierto es que los vuelos comerciales, que en su práctica totalidad son instrumentales independientemente de las condiciones meteorológicas, tienen un tiempo limitado desde que solicitan arranque de turbinas hasta que reciben autorización para el despegue. Toda aeronave dispone de un EOBT (*estimated off-blocks time*). Esta hora marca un periodo de 30 minutos, desde 15 minutos antes hasta 15 minutos después de ella, en el que ha de solicitar arranque de turbinas. Sin embargo, en la práctica se hace uso del CTOT (*calculated take-off time*), que representa la hora estimada de despegue, que ha de tener lugar entre cinco minutos antes del CTOT hasta 10 minutos después. En otras palabras, si un vuelo se retrasa más de 10 minutos es susceptible de no salir hasta cualquier otra hora del día dependiendo del tráfico. Si el retraso es por culpa de los controladores, cosa rara puesto que los horarios no los establecen ellos sino agencias como EUROCONTROL, que

centralizan los horarios de despegue en la zona europea, es el propio controlador quien se responsabiliza de asignar un nuevo CTOT. Si el retraso es por culpa de la línea aérea, entonces será la compañía quien solicite un nuevo plan de vuelo y esperará al primer hueco libre para despegar.

El *Iran Air 655* salió con 27 minutos de retraso. Como consecuencia de ello, control de aproximación y los sectores de área que debía atravesar hasta llegar a Dubai, su destino final, debían estar alertados de este retraso para saber la hora en que tenían que esperarlo y evitar iniciar un procedimiento de emergencia por su desaparición. Esta información se disemina de forma muy rápida, a pesar de que en cada parte del mundo se hace usando un sistema de comunicaciones diferente. En Europa usamos el IFPS (*Integrated Initial Flight Progress System*), centralizado en Bruselas y París, y que es muy similar al usado por los países de las inmediaciones del golfo Pérsico.

La pregunta que automáticamente se hace cualquiera es ¿esta información está disponible para cualquiera? Porque si tengo acceso a esta información, bien puedo llegar a clasificar una aeronave sabiendo que los aviones comerciales mantienen rumbo, Modo 3/A (a menudo cambia cuando atraviesa determinados sectores, particularmente entre *Flight Information Regions* o FIR) y altura, de acuerdo con las instrucciones de su controlador para cumplir con el plan de vuelo previsto. La velocidad se modifica en líneas generales para ayudar a clarificar situaciones en sectores muy ocupados, ya que de lo contrario se permitiría a determinados vuelos ir más rápidos que ninguna otra compañía.

La respuesta a la pregunta anterior es afirmativa, es accesible para cualquiera. Hoy en día es fácil porque EUROCONTROL hace pública esta información, al igual que otras agencias como la CAA o la FAA, en sus propias páginas *web* a través de unas aplicaciones que se pueden descargar de Internet. El motivo es sencillo: evitar, entre otras cosas, errores como el del caso que nos ocupa y facilitar a los centros de defensa aérea una RAP (*Recognised Air Picture*) para evitar una situación de *renegade* o similar.

En los años 80 la información era igualmente accesible, aunque su difusión era más lenta y compleja. Conviene recordar, sin embargo, que el USS *Vincennes* contaba con esta información antes del accidente, algo que, por otro lado, era de esperar, puesto que esa ruta era —y el que suscribe ha podido comprobar que en la actualidad sigue siendo— una ruta que se cubría diariamente y siempre con el mismo distintivo de llamada: *Iran Air 655* (para los interesados, sale bastante bien de precio).

Pero hubo dudas respecto a su identificación porque, aun habiendo comprobado la existencia de este vuelo, su horario no correspondía con el previsto y la actualización de su retraso pudo no llegar a tiempo al crucero americano. Adicionalmente, los registros del aeropuerto de Bandar Abbas del que partía indicaban que en el momento de la última transmisión del *Iran Air 655* (que fue cuando se transfirió a control de aproximación), el avión se

encontraba a 12.000 pies y 380 nudos de velocidad, datos que se corresponden con el régimen de ascenso de un A300 con plena carga y con la ruta instrumental que está publicada. La lectura de velocidad y altura no parecía ser la misma a bordo del magnífico crucero. Pero, ¿y su Modo 3/A? En ocasiones se ha llegado a sugerir que este y el Modo C no estaban funcionando correctamente. Sin embargo en la torre de control y en el centro de aproximación no tuvieron duda de su identificación. Y es que en todo reglamento de circulación aérea de países miembros de ICAO, FAA, etc., se describe con precisión cómo identificar una aeronave sin tener que hacer uso del Modo 3/A, mediante posición geográfica, posición respecto de un accidente notable, posición respecto de radio ayudas, por su hora de despegue y no después de llevar un minuto de vuelo, etcétera.

Las posibilidades son múltiples. Si un pequeño espacio aéreo como el de Heathrow, que mueve 263 millones de pasajeros anualmente, es capaz de mantener la identificación de sus aeronaves sin hacer uso del Modo 3/A, no vamos a ser menos nosotros.

No hay duda de que la clasificación es un problema a menudo difícil de resolver a bordo de un buque de guerra. Hay dos motivos para ello: la tradicional desconfianza hacia cualquier cosa que aparezca en el radar aéreo, y el desconocimiento de los procedimientos operativos de aeronaves comerciales. Y este último punto es particularmente curioso porque precisamente las operadoras de agencias aéreas son las primeras interesadas en hacer público los movimientos de sus aeronaves. Y si no prestamos atención a esta diseminación de información, ¿qué opciones nos quedan? ¿Cuántas veces hemos tenido que ver una carta instrumental en un CIC para poder comprobar si el comportamiento de una aeronave era consistente con la carta publicada? Mejor dicho, ¿cuántas personas de un CIC, además de un controlador o un piloto, han visto una carta instrumental con las rutas de los vuelos civiles en su vida?

Desde hace un tiempo se viene haciendo uso del Modo S, que en algunos centros de control de área y aeropuertos del mundo es obligatorio y que aporta precisión en el tipo de información, añadiendo datos adicionales que no dan lugar a dudas sobre su identificación. En la actualidad la Armada dispone de este equipo en el *Juan Carlos I*. Pero, al igual que con el caso del *Iran Air 655*, no fue el portaaviones americano que había en la zona quien abrió fuego sobre el avión comercial, fue un crucero *Aegis*. Puestos a equipar un barco con Modo S, parece más lógico que el elegido sea un uno que tenga responsabilidad en la identificación y destrucción de posibles aeronaves hostiles antes de que llegue a penetrar la fuerza, porque si son capaces de llegar hasta el *Juan Carlos I* para entonces su Modo S no le va a valer de mucho.

El Modo S

Comenzó a desarrollarse en los años 70, aunque no empezó a usarse en pequeña proporción hasta mediados de los 80 (EUROCONTROL no estableció su programa de Modo S hasta los años 90), y surgió como respuesta a la necesidad de lograr una identificación inequívoca de las aeronaves, independientemente de la densidad de tráfico aéreo. Adicionalmente integra el Modo C para proporcionar nivel de vuelo en incrementos de 25 pies, frente a los 100 del Modo C. Veamos todas sus bondades con un poco de detalle.

El establecimiento de nuevos sistemas y procedimientos tienen su origen en la identificación de errores en los actuales. Y efectivamente el Modo 3/A tiene una buena lista de ellos que es necesaria conocer para comprender el porqué de un nuevo método de identificación:

- Efecto *garbling* y la interferencia mutua: en numerosas ocasiones se nos ha ocurrido a todos «preguntar» a una aeronave con el IFF del barco y recibir información inconsistente (un nivel de vuelo próximo a la Luna, por ejemplo), o simplemente no recibir casi nada. Este efecto es conocido como *garbling*. Surge porque las aeronaves a la misma distancia de un barco y en demoras próximas contestan o responden a los «preguntones» del IFF o SSR (*Secondary Search Radar*) sin saber si la solicitud de identificación iba dirigida o no a él en concreto; en el momento en que una aeronave recibe la señal de 1030 MHz de un preguntón, automáticamente contesta, y se pueden llegar a solapar o mezclar las respuestas generadas por varias aeronaves a la vez. El problema se acentúa cuanto más cerca están las aeronaves entre sí.
- Errores por señales reflejadas: aunque menos común, sí es factible, y alguna vez ocurre que una señal de IFF ha sufrido un efecto de reflexión y la aeronave que queríamos identificar no ha sido la que ha contestado a nuestro preguntón, sino otra aeronave distinta, dando lugar a un error en la identificación.
- Falta de códigos de identificación. Como es sabido, la respuesta de un Modo 3/A consiste en cuatro dígitos que son seleccionables por el piloto en cualquier momento. Cada dígito se obtiene mediante tres códigos binarios, siempre descartando los dígitos 8 y 9. Por tanto, solo 4.096 números son posibles. Efectivamente parecen suficientes, pero en realidad nos quedamos muy cortos. En un país del tamaño del Reino Unido, en donde se gestionan hasta 400 vuelos al día en algunos de sus aeropuertos, y donde no se pueden duplicar códigos de Modo 3/A por motivos obvios (es el país con mayor densidad de tráfico aéreo internacional del mundo), 4.096 ya no parece un número tan grande. Si encima tenemos que cuadrar esto con aeronaves entrando en espacio aéreo británico a los que no se pueden asignar códigos de



LHD *Juan Carlos I*. (Foto: A. Pintos Pintos).

Modo 3/A en uso (al menos no siempre), la cosa se complica un poco más. El Modo S hace uso de una señal formada por 24 *bits* con tan solo dos códigos no utilizables. Esto permite hasta casi diecisiete millones de combinaciones posibles. Teniendo en cuenta que actualmente hay un total de aproximadamente cinco millones de aeronaves registradas en todo el mundo y que de ellas solo una fracción está obligada a tener un radar de vigilancia secundaria (y de ella solo las que tienen un peso máximo en el despegue igual o superior a 5.700 kg están obligadas a llevar Modo S —la legislación varía ligeramente de un país a otro—), hay códigos más que suficientes para todas las aeronaves. Es más, cada una de ellas dispone de un código de Modo S que no es modificable por el piloto, puesto que está esclavizado al número de bastidor, si me permiten la analogía, asociado al fuselaje del avión. Así que no, no es posible falsear esta señal ni nada parecido: el Modo S es la huella digital de cada avión individualmente, como si de una huella dactilar se tratara.

Desde un punto de vista práctico, este último aspecto tiene particular interés para las unidades de una cortina de guerra antiaérea, porque si una aeronave responde en Modo S, siempre tendremos la absoluta certeza de que se trata

de un avión comercial y, en casos excepcionales, de un avión de transporte militar (que por cierto están exentos de llevarlo en muchos casos). No hay forma humana de que pueda ser otra cosa.

Empleo del Modo S

Hay una creencia popular que sugiere que los centros civiles de control de área carecen de sistemas de mando y control para la gestión de sus sectores aéreos. Nada más lejos de la realidad. No solo disponen de estos sistemas, sino que en muchos casos tienen sistemas asociados conocidos como IFACTS (*Interim Future Area Control Tools Support*), que consisten en una aplicación asociada que puede predecir, en base a los datos cinemáticos de cada aeronave, así como de la ruta que está publicada en su plan de vuelo, su posición futura. Es decir, no solo tiene en cuenta rumbo, nivel de vuelo y velocidad, sino también su derrota de acuerdo con las cartas de navegación instrumentales. El sistema tiene en cuenta que la aeronave va a realizar, por poner un ejemplo, un cambio de rumbo al llegar a un determinado punto de notificación. Asimismo, el propio sistema va actualizando la información conforme el controlador ordena correcciones a las aeronaves. De esta forma, el controlador es capaz de predecir con antelación (el tiempo varía de sector en sector) si hay dos aeronaves que llevan rutas consistentes con una colisión o un CPA predefinido (siempre se seleccionan cinco millas para aeronaves en tránsito). Y aquí el Modo S también juega un papel importante porque, gracias a este tipo de sistema de mando y control, los SSR pueden realizar interrogaciones en modo *roll call*, es decir, se pregunta a cada aeronave individualmente, porque su posición futura es conocida, y el equipo «sabe» en qué demora volver a preguntar para obtener de nuevo una respuesta de la aeronave a la que está siguiendo.

Cierto es que se puede argumentar que en un buque de guerra quizá esto no sea necesario porque partimos de la base de que todo lo que vuela lo tenemos detectado. Este humilde CTAM-AEW tiene una opinión ligeramente distinta a este respecto. Afortunadamente hemos logrado dirigir aviones hasta una fuerza naval sin ser detectados en numerosas ocasiones, de lo contrario me quedaría sin trabajo. La utilidad de esto radica en que no es necesario conocer la posición real de un blanco para obtener respuesta, basta con saber su posición estimada, y la respuesta recibida en Modo S será siempre la de la aeronave que queremos.

Generalmente en los barcos hacemos uso de las interrogaciones *all call*, es decir, se pregunta a todo el mundo, al menos en la primera interrogación, porque una vez que el transpondedor de una aeronave contesta por primera vez a una pregunta de IFF identifica a su interrogador y en los sucesivos contestará a este siempre. Resulta más fácil tener una primera indicación de la existencia

de un contacto por medio de su equipo IFF. Pero estarán de acuerdo conmigo en que no siempre esto es lo más eficaz, sobre todo en zonas de alta densidad de tráfico aéreo, al final no sabemos de qué aeronaves viene cada respuesta. A menudo no lo sabe ni nuestro propio sistema.

Los modos tradicionales de SSR tienen el enorme inconveniente de que a mayor distancia, mayores son las posibilidades de error en la identificación de la aeronave. La explicación es sencilla. Dos aeronaves cualesquiera han de estar separadas una determinada distancia para que cada transpondedor pueda identificar el origen de la interrogación; si están muy cerca entre sí, las dos aeronaves contestarán a la llamada en 1030 MHz y en el buque recibiremos información solapada o incoherente. El ancho de lóbulo juega obviamente un factor crucial aquí, pero el problema siempre existirá, independientemente de la resolución de un radar. Un SPY-1 tendrá este problema también, porque no puede evitar que dos aeronaves próximas entre sí respondan a una misma llamada de SSR.

Con el Modo S esto no ocurre, puesto que, como hemos mencionado antes, las interrogaciones se hacen a cada aeronave de forma individual y solo contestan aquellas que han sido interrogadas, independientemente de que haya otras aeronaves muy próximas llegando a encontrarse dentro del mismo lóbulo del SSR.

El futuro del Modo S

Aunque el Modo S lleve ya en el mercado cerca de tres décadas, en los últimos meses se han empezado a utilizar de forma habitual nuevas capacidades que se le han incorporado. Sin duda me refiero al EHS (*Enhanced Surveillance Mode S*). Se trata de un paquete de mejoras que permite una cierta capacidad *data-link*. Ya no solo podremos obtener información de identificación y altura con una interrogación en Modo S, sino que además podremos obtener información de su rumbo, velocidad, combustible remanente e incluso información acerca de la actitud de la aeronave, como su alabeo o guiñada. Y todo en una única interrogación. Esta capacidad es de obligado uso en aeropuertos como Heathrow y Gatwick, puesto que aporta información útil para los que controlan y vigilan el espacio aéreo sin tener que preguntar nada por la radio, reduciendo así la carga de comunicaciones.

Aplicación del Modo S en el mundo naval

Tanto si es o no estrictamente necesario disponer de Modo S en el mundo militar por razones puramente tácticas, lo considero necesario porque, aun no necesitando toda la información que pueda aportarme, sí me aporta una pieza



Fragata *Blas de Lezo*. (Foto: OCS AJEMA).

de información crucial: ¿se trata de una aeronave comercial u otra cosa? En ocasiones resolver esta pregunta es suficiente para lograr una clasificación acertada. Este humilde controlador ha realizado dos interceptaciones de sendos aviones comerciales en dos ocasiones distintas porque, al no disponer de Modo S no pude asegurar que aquellos contactos no eran aviones civiles. De haber tenido este equipo, no hubiera habido ninguna duda.

Hoy en día, en el que el nuevo Concepto Estratégico de la Alianza Atlántica apunta al litoral como el teatro de operaciones, el creciente número de vuelos comerciales en todo el mundo hace necesario que seamos capaces no solo de entender cómo operan las aeronaves comerciales, sino también cómo saber si lo son o no. Disponer de Modo S es un primer paso, y los buques que dan protección a unidades valiosas han de poder disponer de él para así tener la tranquilidad de que, en el peor de los casos, podemos evitar derribar a una aeronave civil como ocurrió en 1988. Puede que haya salido tarde de su aeropuerto, estará volando a un nivel de vuelo inferior al esperado, irá algo más despacio de lo habitual, pero tendremos la absoluta certeza de que se trata del *Iran Air 655* y no de un *Mirage F-1*.

Conclusiones

El empleo del Modo S en el ámbito militar, aun no siendo estrictamente necesario, puede aportar grandes ventajas en la identificación de aeronaves, particularmente cuando los operadores CIC carecen de conocimientos en materia de tráfico aéreo en general y civil en particular, que continúan creciendo de forma imparable. Comprender cómo operan las aeronaves comerciales es siempre una gran ayuda y para ello no solo es importante el familiarizarse con sus rutas, sino también con sus sistemas de identificación, porque a ellos les funciona, aun teniendo que identificar a muchas aeronaves.

En ambientes próximos al litoral la densidad de tráfico aéreo no es necesariamente menor que en cualquier otra parte. Nuestro propio Ejército del Aire trabaja a diario desde las instalaciones de GRUNOMAC (Grupo Norte de Mando y Control) y GRUCEMAC (Grupo Centro de Mando y Control) descifrando la complejidad del tráfico aéreo a lo largo de nuestra costa. Si trasladamos este escenario a un teatro de operaciones lejos de nuestro territorio nacional, disponer de cualquier ayuda es poco, y desde el punto de vista de la identificación de aeronaves, el Modo S se ha revelado como un sistema eficaz y que puede, adicionalmente, aportar información que podría contribuir a una buena toma de decisiones del mando. El comandante del USS *Vincennes* aprendió bien esta lección.

Aunque es ciertamente discutible si el *Juan Carlos I* es el buque idóneo para montar este equipo, en vez de empezar por las escoltas, su inclusión es un primer paso. El segundo es crear una doctrina adecuada para su empleo operativo. El reto está sobre la mesa.



SUSCRÍBASE A
REVISTA GENERAL DE MARINA
FUNDADA EN 1877

POR 14,88 EUROS (2.475 PESETAS) AL AÑO (DIEZ NÚMEROS)*
(IVA y gastos de envío incluidos)

Recorte o copie este cupón y envíelo a REVISTA GENERAL DE MARINA, Montalbán, 2. 28071 MADRID.

(Puede también suscribirse llamando al teléfono 91 379 51 07, remitiendo un fax al n.º 91 379 50 28, o por correo electrónico: regemar@fn.mde.es)

Sí, deseo suscribirme a la REVISTA GENERAL DE MARINA

Por el periodo de un año, a partir del mes de _____

Indefinidamente (mínimo un año), a partir del mes de _____

Nombre Primer apellido Segundo apellido

Domicilio, calle, plaza Número Piso Cód. Postal

Ciudad Provincia Teléfono

Correo electrónico

DATOS BANCARIOS

ENTIDAD OFICINA DC N.º CUENTA

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

FECHA Y FIRMA

* Precio para los residentes en España: 14,88 euros.
Unión Europea: 19,56 euros. Otros países: 20,16 euros.