



escuadrón

**Cruz de San Andrés**

esa

## EL RADAR EN EL MiG-29

POR ORLEANS

---

### INTRODUCCIÓN

Escribo este artículo a mediados de diciembre de 2.004, con el Addon 1.1 de Lomac muy próximo ya a su lanzamiento. Una de las grandes novedades que nos traerá esta esperada expansión es la enorme mejora en temas de modelado de radar para los aviones del bando soviético. Los que llevamos ya muchos años siguiendo la saga Flanker 1.x/2.x hemos tenido que aprender a convivir con un "gran" defecto del simulador que, desde sus inicios, fue precisamente una simulación de aviónica no especialmente fiel al modelo real.

Es cierto que el concepto de operación del radar estaba ahí y, ciertamente, su manejo era bien distinto a lo que nos tenían acostumbrados otros simuladores enfocados a aviones del bando occidental. Estaba implementado el concepto, pero faltaba la atención por el detalle y el rigor técnico. Si bien el simulador sobresalía por encima de sus competidores en el aspecto del modelo de vuelo, se quedaba corto en el ámbito –no menos importante– de la simulación de aviónica y radar.

Afortunadamente, parece que este aspecto va a mejorar enormemente con la llegada del Addon 1.1, y es por ello que creo necesario adelantarnos un poco al estudio del funcionamiento del radar en el avión real, el cual –previsiblemente– estará bastante bien reflejado en esta nueva ampliación del simulador.

Antes de seguir adelante, quiero hacer referencia a las fuentes en las que me he basado para realizar este pequeño estudio. Por un lado, todas las referencias que hago sobre lo que va a aparecer en el Addon están basadas en información obtenida en diversos foros especializados, tales como el de [SimHQ.com](http://SimHQ.com) o el propio foro oficial ruso de LOMAC: [lockon.ru](http://lockon.ru), así como en los "development updates" que los desarrolladores ofrecen a la comunidad de vez en cuando. Por lo tanto, es posible que algunas de las características aquí explicadas no estén implementadas en el producto final. En caso necesario, añadiremos un Anexo a este documento en cuanto dispongamos de la versión final del Addon 1.1, para corregir eventuales discrepancias.

Por otro lado, todas las referencias al radar real del avión están tomadas de un manual original de un MiG-29B. Dicho manual corresponde a una versión de exportación, con lo cual existen algunas diferencias significativas con respecto al modelo simulado en Lomac, especialmente en el radar, dado que se trata de un *N019* ligeramente modificado (y mejorado). En cualquier caso, la funcionalidad básica sigue siendo la misma y la mayor parte de la información contenida en el manual es perfectamente aplicable al Fulcrum de LOMAC. Por otro lado, me he ayudado también de algunos interesantes documentos publicados en la red, siempre de fuentes fiables, y por supuesto, del excelente artículo sobre *Teoría de Radar* de nuestro camarada Buzy.

Los que me conocéis sabéis que tengo cierta tendencia a extenderme demasiado en las introducciones, así que para variar pongo aquí punto y final a la presente. De esta forma, ésta se convierte en una de las primeras introducciones que consigo enlazar en una sola página.

## VERSIONES DEL RADAR DEL MiG-29

Si habéis leído el artículo de Buzy sobre Teoría de Radar, ya tendrás una idea aproximada del funcionamiento general del radar del MiG-29. Vamos a desarrollarlo un poco más.

Para empezar, el modelo de radar que integra el MiG-29 se denomina **N019** (Slot Back para la OTAN). Dependiendo de la variante, la denominación rusa puede ser Zhuk o Topaz, como luego veremos. Y es que existen tantas variantes del N019 como versiones distintas de MiG-29. A nosotros, de cara a Lomac, nos interesan dos modelos:

### • MiG-29A

Este avión es en realidad el MiG-29B Fulcrum "A" (variante 1, código 9-12). Es el MiG-29 básico y fueron las primeras unidades que se construyeron y pasaron a nivel operativo. Externamente se reconoce por su estilizada "espina dorsal" y porque sólo lo veréis con un depósito central de combustible, como mucho.

Este modelo integra el radar **N019A Zhuk** (Slot Back "A"), que es –digamos– el modelo básico. Sin capacidad multi-track ni capacidad para manejar misiles ARH (R-77).

### • MiG-29S

Este avión es el que mayor controversia ha suscitado en la comunidad Lomac, ya que nunca estuvo muy claro si se trataba de la variante 5 (código 9-12S) o la variante 8. La diferencia es que ambas variantes llevan radares distintos y con diferentes capacidades. Personalmente, considero que el MiG-29S de LOMAC es el MiG-29S Fulcrum "A" (variante 5, código 9-12S), con un radar **N019M Topaz**, capaz ya de soportar misiles ARH, así como modos TWS y multi-track. Externamente reconoceréis el "S" por su visible joroba externa (necesaria para dar cabida a un montón de nuevos equipos de aviónica) y por su capacidad para portar 2 tanques externos adicionales bajo las alas, además del tanque central fijo. (Sí, el tanque central es fijo, a pesar de que Lomac lo modela como eyectable).

La diferencia principal entre ambos radares es que el básico *no soporta* misiles ARH ni "extended-range" como el R-27ER. El básico, al menos al principio, tampoco soportaba multi-track ni priorización de objetivos. Más tarde se realizaron diversos retrofits en la aviónica a los MiG-29B ("A" en Lomac) de forma que se mejoró el radar original casi hasta el estándar del N019M y posteriores. Cuando tengamos el Addon en nuestras manos veremos si Lomac también ha realizado ese retrofit a los MiG-29A.

**Resumiendo:** lo que a nosotros nos interesa, en Lomac, es que el N019 del MiG-29A no soporta misiles R-77 ni misiles "E". El MiG-29S sí los soporta. Esa es la diferencia principal para nosotros, de cara al simulador. Los modos de radar, previsiblemente, van a ser los mismos en ambos modelos, así que lo que explique a partir de ahora servirá para ambos aviones.

**Nota:** Una vez haya probado el Addon, y si detecto discrepancias entre lo que modela el 1.1 y lo explicado en este artículo, lo actualizaré en consecuencia.

Vamos ahora con una descripción general del sistema de armas del MiG.

## SISTEMA DE ARMAS EN EL MiG

La filosofía seguida en el diseño del sistema de armas en el MiG-29 se basa en la combinación de diferentes tipos de sensores: sensores radar y sensores opto-electrónicos. Teóricamente, ambos tipos de sensores estarían perfectamente integrados como un sistema de armas global, requiriendo de muy poca gestión por parte del piloto. En la práctica, no todo está tan automatizado como debería, y existen un montón de modos y sub-modos, switches y conmutadores que el piloto debe accionar para configurar el avión en el modo de búsqueda/combate deseado.

En el avión real existe un Data-Link con el control CGI (basado en tierra), mediante el cual se automatiza considerablemente el proceso de interceptación de contactos. El controlador CGI tiene incluso cierto nivel de acceso a los propios sistemas del avión, a través de comandos enviados via D-Link. Existen unos modos semi-automáticos que controlan esa supuesta integración de los sensores radar, láser y ópticos, en función de la programación previa en tierra y de las actualizaciones via D-Link que recibe el avión en vuelo.

Es decir, pongamos que en la planificación previa a la misión se esperan contactos procedentes de cierto sector y a cierta altitud/velocidad. Todo eso lo tiene en consideración el sistema para controlar adecuadamente los rangos de búsqueda, el movimiento de la antena del radar, el paso de radar a EOS, etc. Si tenéis experiencia en Lomac, sabréis que es realmente difícil salir ahí a ciegas y buscar contactos en el horizonte sin saber *de forma aproximada* por dónde van a llegar dichos contactos. Es decir, sin conocer la ventana aproximada de inbound de los contactos. Muchas veces os habrá ocurrido que estáis buscando con el radar, moviendo la antena para arriba y para abajo, y al poco rato el contacto os pasa muy próximo en visual sin que hayáis podido detectarlo antes con el radar o EOS. Eso es normal, y ocurriría también en la vida real si el piloto no dispusiese de información sobre dicha ventana.

Recordad que el haz de búsqueda del radar es limitado, y el cielo es muy grande. Imaginaros que os sueltan en una noche sin luna en medio de un bosque enorme con una linterna para que busquéis un murciélago. A no ser que sepáis muy aproximadamente por dónde anda el murciélago, será casi imposible dar con él ayudándonos sólo de la linterna. Pues bien, la linterna es el radar, el murciélago es el F-15C y el bosque negro es el cielo. Es una comparación poco ortodoxa, pero por ahí van los tiros.

En Lomac tenemos más o menos simulado el tema del D-Link a través del AWACs, pero no es exactamente igual que en el avión real, ni se corresponde con el funcionamiento de los modos semi-automáticos comentados en los párrafos anteriores, aunque podemos usarlo como aproximación. Lo que sí va a estar bien simulado es el tema de los modos y submodos propios del radar y vamos a usarlos de forma muy similar a como los usaría el piloto en el MiG real.

Quiero decir con esto que el modelado de los modos reales no nos servirá de gran ayuda si salimos ahí arriba a ciegas. Necesitamos información de inteligencia acerca de la ventana de aproximación de los posibles contactos si no queremos pasarnos toda la misión barriendo el cielo sin resultados.

El tema de la integración de sensores en el avión real es bastante complejo. Hay varios modos de integración, y varios paneles donde el piloto configura el sistema. Existen modos sólo-radar, sólo EOS y combinados. Vamos a dejar a un lado la explicación de dichos modos dado que en LOMAC está simplificado: o seleccionamos Radar, o seleccionamos EOS. En todo caso, un modelado exacto del sistema tampoco aportaría gran cosa a la jugabilidad (aunque sí al realismo extremo), dado que podemos llegar a conseguir lo mismo sin tanta complicación. Los conceptos clave siguen estando ahí: disponibilidad de diferentes sensores

para usar en diferentes tipos de situaciones tácticas. Y... quién sabe, quizás en futuros addons Eagle Dynamics nos sorprenda con más concesiones al realismo.

## OPERACIÓN DEL RADAR DEL MIG-29

### CONTROL DE ANTENA

El radar son nuestros ojos en situaciones BVR (beyond visual range). Nuestra agudeza visual, incluso la de los mejores pilotos de caza, es limitada. Por tanto necesitamos ayudarnos de determinados sensores para captar lo que "hay" o lo que está ocurriendo a largas distancias. Uno de esos sensores es el radar. Y, al igual que nuestros ojos, no tiene una posición fija, sino que podemos moverlo "barriendo" el horizonte en busca del contacto esperado. Lo que movemos realmente es la antena del radar, que es una especie de panel situado en el morro del avión. A través de unos controles en cabina podemos mover dicha antena en **azimut** (horizontalmente) y en **elevación** (verticalmente).

Obviamente el rango de movimiento de la antena tiene unos límites físicos, a veces denominados gimbal limits. Si el radar ha enganchado (lock) un contacto que se desplaza, por ejemplo, de izquierda a derecha en el horizonte, la antena intentará seguirlo durante toda su trayectoria. Pero llegará un momento en que el mecanismo de rotación de la antena no pueda seguir girando más. En ese caso, se habrá llegado al gimbal limit, y si no orientamos el morro del avión directamente hacia el contacto, lo perderemos.

En el MiG disponemos de dos controles para el movimiento de la antena:

- **Control de Azimut:** A diferencia de algunos aviones occidentales, el movimiento de la antena en este eje se realiza en pasos discretos, no continuo. En el MiG, tenemos tres zonas de escaneo en azimut: izquierda, centro y derecha. A través de un control rotatorio en el panel del avión seleccionamos la zona adecuada. Esta funcionalidad está así modelada en el Addon 1.1.
- **Control de Elevación:** El movimiento en este eje sí se realiza de forma continua. El piloto dispone en el avión de una ruedecilla a través de la cual mueve la antena en el eje vertical. Lógicamente, también está modelado en Lomac.

Lo ideal sería que programemos ambas funciones en nuestro HOTAS. Aunque en la realidad el piloto debe de hacer uso del panel para controlar la antena, no es lo mismo operar un rotatorio que pulsar teclas en un teclado (es más intuitivo lo primero). Personalmente recomiendo mapear dichas funciones en el Throttle, que es realmente donde están en modelos más avanzados del MiG-29.

Por otro lado, tenemos el tema del **Alcance del radar**. Debido a la propia construcción del sistema, los límites de movimiento de la antena del radar varían dependiendo del alcance que seleccionemos. La razón es fácil de imaginar: si seleccionamos alcance máximo el rango de escaneo se reduce, debido a que la potencia de emisión es limitada. De esta forma, dispondremos de un "foco" de linterna más pequeño y por tanto tendremos que mover mucho más la antena para buscar contactos, ya que estamos escaneando porciones más pequeñas de cielo aunque, eso sí, a mayor distancia.

Si, en cambio, reducimos el alcance, el radar podrá usar su potencia de emisión para escanear una zona más amplia. Es decir, el foco de la linterna se hará mayor y no necesitaremos moverla tanto como en el caso anterior, con la contrapartida de que estaremos escaneando a menor distancia.

Sobre la práctica, seleccionando mayor alcance tendremos *más rango* de movimiento de antena con un foco menor de escaneo. Y seleccionando menor alcance tendremos *menos rango* de movimiento de antena pero con un foco mayor de escaneo.

Como veis, todo tiene sus pros y sus contras. Y por eso es tan necesario lo comentado anteriormente sobre conocer la ventana de ingreso de los posibles contactos. Si no sabes aproximadamente hacia dónde apuntar la antena... te pasarás toda la misión a ciegas. Idealmente, el proceso de scan debería repartirse entre todos los aviones del vuelo teniendo en cuenta factores como el tipo de formación, altitud, armamento disponible, etc. De todas formas, esto entra ya dentro del ámbito de gestión del vuelo y es material de otro artículo.

**Resumiendo:** El control básico del radar lo realizas a través del movimiento de la antena, tanto en azimut, elevación y alcance. Todo ello estará perfectamente modelado en el add-on 1.1. Recomendable mapear dichas funciones en el throttle de tu HOTAS.

## SIMBOLOGÍA EN EL HUD

Antes de meternos a fondo con los *modos de radar*, vamos a dar un repaso *general* a la simbología en el Head-Up-Display.

Así como para el vuelo básico del avión recomiendo siempre utilizar los instrumentos de panel, para el caso del combate –ya sea BVR o CC-, el HUD es un dispositivo de gran ayuda y, en ciertos casos, imprescindible. Ya sabéis que el HUD es un sistema complejo, integrado por un proyector de imagen, un generador de símbolos y un dispositivo de visualización, que es lo que vemos en el frontal de la cabina. Este dispositivo no es más que un cristal transparente y semi-reflectivo que recoge la imagen que desde abajo le envía el proyector. La imagen está enfocada en el infinito, de forma que la vemos perfectamente nítida y sobrepuesta cuando nuestros ojos enfocan hacia la lejanía (perdonadme los expertos en óptica si no soy muy riguroso con los términos). Es decir, si los símbolos no estuviesen enfocados de tal forma, sería lo mismo que si viésemos un cristal pintado con letras y marcas a pocos centímetros de nuestros ojos. Con lo cual, si miramos hacia el horizonte veremos esa imagen borrosa (desenfocada). Alternativamente, si miramos hacia el cristal pintado, veríamos el horizonte borroso. Lo que se consigue con esa focalización de los símbolos del HUD es, precisamente, ver la simbología de forma nítida cuando enfocamos nuestra vista cierta distancia por delante del morro del avión.

El HUD muestra diferente simbología dependiendo del modo master en que nos encontremos (Navegación, Combate) o del sensor utilizado (Radar, EOS, sensor propio del misil). De cara a este artículo vamos a centrarnos exclusivamente en los modos de combate usando el Radar como sensor primario.

Además de la simbología común a otros modos (altitud, velocidad, rumbo), veremos:

- Modo Master de Radar en el que nos encontramos.
- Sub-Modo de Radar en el que nos encontramos.
- Alcance de Radar que tenemos seleccionado.
- Posición actual de la antena de Radar en azimut.
- Posición actual de la antena de Radar en elevación.
- Contactos detectados (el tamaño del símbolo es variable, según el RCS del blanco).
- Caja designadora de objetivo (tamaño variable, según el modo seleccionado).

- Distancia al blanco y rangos máximo, mínimo y efectivo (en modo Lock/STT).
- Simulación del haz del radar (en modo Lock/STT).

Además, tendremos otro tipo de simbología relacionada con el sistema de armas: pilones activos, armas disponibles, etc. En el MiG tendremos también una escala con indicación de la actitud del avión en cabeceo. (No así en el Flanker).

Como sabéis, la simbología cambia en el momento en que entramos en modo Lock /STT/ATK. Como para explicarlo bien necesitamos capturas, lo dejaremos para el futuro Anexo a este documento en cuanto dispongamos del Addon.

## **MODOS DEL RADAR N019**

Llegamos por final tema central del artículo: los modos de radar disponibles en los modelos N019. Recordad lo comentado al principio del artículo sobre las diferentes versiones de este radar.

Existen, por un lado, los modos BVR (ДБВ) tanto el RWS como el TWS con varios sub-modos relacionados, por otro lado, los modos CAC (ББВ). Y luego tenemos el modo ФИО, que emplea la cabeza sensora del misil directamente. Además de esto, el radar puede entrar también en modos STT /Lock (ATK) desde cada uno de los modos de búsqueda que comentaremos a continuación.

En el avión real tenemos, por un lado, un rotatorio donde seleccionamos un modo de búsqueda de entre 5+1 modos disponibles. Digo 5+1 porque el último (el modo combinado Radar+IRST) sólo está disponible si seleccionamos "Coop" en el switch del panel integrado de armas, lo cual hará un override de cualquier modo radar que esté seleccionado excepto los modos CC. Además de eso, tenemos otro switch estratégicamente situado (en otro panel, por supuesto), donde configuramos el radar y el ordenador de disparo para Hemisferio Frontal (PPS) o Hemisferio Trasero (ZPS)

Bien, tras el párrafo anterior debes de tener un cacao mental importante. Y no es para menos. La explicación que se da en el manual acerca de la operación del radar y los sistemas de armas es bastante compleja, poco intuitiva y muy mal estructurada. Sobre todo si estás habituado a leer manuales de aviones occidentales. (O quizás es que los rusos tienen el cerebro estructurado de forma distinta a nosotros, vete a saber).

Antes de escribir este artículo me pasé bastante tiempo pensando cómo iba a contaros a vosotros todo este tema. Básicamente, tenía dos opciones: la primera, contaros cómo funciona el invento realmente, siguiendo al pie de la letra las indicaciones del manual. Y la segunda opción, procesar toda la información bruta del manual, estructurarla a mi gusto relacionándola directamente con LOMAC y presentársela a vosotros "retocada" y con lectura más amigable. He tomado la decisión de seguir el segundo camino ya que, de haber elegido el primero, el 90% de los lectores abandonarían este artículo en el siguiente párrafo. Vamos, apostaríamos un rublo a que sí.

Tomamos pues el segundo camino. Todo lo que cuento a continuación tiene aplicación directa en el Addon 1.1 y además existe y funciona así en el radar real. El único "pero" es que la información no está estructurada exactamente así en el manual del MiG. Por ejemplo, los submodos de los que hablo a continuación los llamo "submodos" para darle cierta estructura a la explicación y para que se entienda mejor su relación y su funcionamiento, cuando en el manual real se los trata como modos puros. Por otro lado, intentaré eliminar

todas las referencias a la operación de paneles, switches y demás, ya que en LOMAC no tendrán aplicación directa.

## Modos BVR (ДБВ)

### 1. Modo "Scan" o RWS. (ОЪЗ)

En ruso, **ДБВ- ОЪЗ**, que es lo que te aparecerá en la esquina inferior izquierda del HUD. Este es el primero de los modos BVR "globales" que tenemos disponibles en BVR. No es realmente un modo de búsqueda per-se, sino un modo de funcionamiento del radar N019. Si buscamos una analogía a la aviónica occidental, estaríamos hablando de un modo RWS, o Range-while-Search.

Necesitamos acoplarlo con uno de los tres submodos de búsqueda disponibles, que son los siguientes:

1.1 Modo *PPS*, "Encuentro" (ПЛС).

1.2 Modo *ZPS*, "Persecución" (ЗЛС).

1.3 Modo *AVT*, "Auto" (ДБТ).

#### • Encuentro (PPS, simbología HUD: ПЛС)

Cuando estemos en este submodo, te aparecerá ПЛС en la esquina superior izquierda del HUD. Verás también la típica caja designadora de blancos rectangular.

Es el tipo de búsqueda a usar en situaciones Head-On o de hemisferio frontal. Para los que habéis volado Falcon 4, es algo similar al modo Vsearch de su radar. Su funcionamiento se basa en detectar y discriminar contactos a través de su velocidad relativa de aproximación ( $V_c$ ). Cuanto mayor sea la  $V_c$ , más lejos podrá detectar el contacto.

Este modo utiliza HPRF (high pulse repetition frequency) y por defecto tiene un alcance de 150 km, que podemos ajustar manualmente como hemos visto antes. Téoricamente sólo puede "ver" contactos con una  $V_c$  entre 220 km/h y 2.200 km/h. Recuerda que la  $V_c$  *no es lo mismo* que la velocidad propia del contacto.

Por lo visto, éste es el modo que suelen usar más a menudo los pilotos reales, dado que -en general- es el más compensado.

#### • Persecución (ZPS, simbología HUD: ЗЛС)

Cuando selecciones la búsqueda "Persecución", te aparecerá ЗЛС en la esquina superior izquierda del HUD. En este modo, la caja designadora de blancos es *cuadrada* (no rectangular).

Usarás normalmente este modo en situaciones de hemisferio trasero, "por detrás". Es decir, como su propio nombre indica, cuando estés "persiguiendo". Se basa también en detección y discriminación por velocidad relativa, pero en este caso requiere un mínimo de 50 km/h en la velocidad relativa de acercamiento al blanco o alejamiento. El radar en este modo está configurado de forma óptima para este tipo de persecuciones, normalmente con baja  $V_c$ .

A diferencia del "Encounter", este modo utiliza MPRF (medium pulse repetition frequency), y por defecto nos genera un alcance de 50 km. En los primeros modelos del N019 (supongo que también en lo que modela el Addon), esta distancia es fija y no puede cambiarse manualmente.

Obviamente, es el modo que deberías seleccionar cuando te pongas a las seis de algún incauto.

- **Automático** (AVT, simbología HUD: **ДВТ**)

Este es el modo que *por defecto* aparecerá en el sistema cuando entramos en RWS (**ДВБ- ОЪЗ**). En la esquina superior izquierda te aparecerá **ДВТ**. La caja designadora de blancos en este caso es rectangular, pero más grande que en el modo "Encuentro".

Teóricamente este es un modo de búsqueda general, que sirve para todo. Esto es así dado que utiliza una combinación de HPRF y MPRF de forma automática (de ahí su nombre). Es más rápido que el Encounter a la hora de romper las contramedidas electrónicas (es menos propenso al "jamming" electrónico y al chaff también), aunque por otro lado suele crear más de un falso contacto en la realidad. Su mayor inconveniente es que el alcance máximo disminuye en un 25 o 30% con respecto al del modo Encounter. Por defecto aparecerá un rango de 100 Km que podemos modificar manualmente, pero siempre con esa limitación.

A pesar de ser el modo "por defecto", en la realidad es el *menos empleado* debido a su menor rango. Aunque, eso sí, puedes utilizarlo en entornos ECM, cuando los enemigos sueltan chaff como posesos o cuando no sabes a ciencia cierta si los contactos "van" o "vienen".

Antes de finalizar con el modo RWS, quiero dejar constancia de que en el radar real existe otro sub-modo de búsqueda, denominado **Free Search** (SP). El problema es que, por mucho que he buscado en los foros oficiales y en la web de lockon.ru, no he visto ninguna referencia a que el Addon vaya a incluir este modo, con lo cual es de suponer que al final nos quedaremos sin él. Básicamente es casi exactamente igual al "Encounter", con la única diferencia de que está especialmente diseñado para discriminar las contramedidas (chaff y demás) de los contactos reales. Según el manual, es virtualmente invulnerable al chaff (habría que ver si eso es cierto en la realidad). Supongo que Eagle Dynamics no lo habrán implementado precisamente por eso.

Bien, hemos visto el primero de los modos "máster", por así llamarlo. Vamos ahora con el segundo modo principal, el tan esperado TWS.

## 2. Modo "SNP" o TWS (СНП)

Para empezar, este no es un modo exactamente igual al TWS occidental que todos conocemos, pero lo llamamos TWS para entendernos, ya que es muy similar. Personalmente, prefiero utilizar la denominación SNP.

Con este modo seleccionado, nos aparecerá **ДВБ- СНП** en la esquina inferior izquierda del HUD. Es decir, seguimos en BVR (**ДВБ**). Lo que hace este modo, básicamente, es *priorizar objetivos y configurar el ordenador de disparo* para bloquear el objetivo y disparar tan pronto esté dentro de rango. Mientras el objetivo "más peligroso" no esté en rango, el sistema mantiene un seguimiento de ese blanco pero *sin bloquear* (para no avisarle de que tenemos un misil a punto de dirigirse hacia él). Una vez el blanco esté próximo al rango efectivo del arma seleccionada... voila! Lock y misil en el aire (con nuestra confirmación).

El "pero" en este caso es que la priorización se realiza en base a la Vc de los contactos detectados. Habrá ocasiones en que un contacto que se aproxima rápidamente hacia nosotros no significa que sea el más peligroso en una determinada situación, pero la mayor parte de las veces, sí.

El sistema es capaz de seguir 10 contactos simultáneamente en este modo. Tras unos segundos, elegirá el contacto más peligroso y colocará la caja designadora de blancos encima suyo. A diferencia de otros sistemas TWS, no nos da información de *aspecto* del blanco (aunque en cierto modo es un dato poco importante, dado que si ha elegido ese contacto es porque viene más o menos directo hacia nosotros). Asimismo, a diferencia de otros TWS más evolucionados, **no podemos bloquear más de un objetivo a la vez** para realizar disparos simultáneos. Ojo, esto sí es posible en versiones más avanzadas del N019 (multi-track de 2 o 4 contactos y disparo simultáneo, un misil para cada contacto). Pero en la versión de N019 modelada en LOMAC 1.1, parece que *no es posible* bloquear simultáneamente más de un contacto. Como curiosidad, la versión de radar comentada en el manual que me sirve de referencia, es capaz de seguir 10 contactos y bloquear y disparar simultáneamente a 2. Es cierto que los primeros modelos N019 no eran capaces de bloquear y disparar a múltiples contactos, así que en este sentido, Eagle Dynamics se cubre las espaldas en cuanto a realismo, dado que siempre han dejado claro que las versiones simuladas son las anteriores a 1.989.

Por otro lado, en el radar real (y esto no sé si estará modelado así en Lomac), una vez que el sistema prioriza y pasa a modo de seguimiento de la amenaza primaria, mantiene el tracking del resto de contactos pero es incapaz de detectar nuevos contactos si entran en la zona (a parte de los ya visualizados).

En cuanto a los **submodos**, es importante recalcar que el SNP sólo funcionará con el **Encounter** (Encuentro) y el **Pursuit** (Persecución). El modo SNP *no funciona* con el submodo **Auto**. Al menos en estas primeras versiones del N019. No estoy seguro de si en los últimos modelos de N019 es posible combinar el SNP con el Auto, pero intentaré buscar información al respecto.

Todo esto en cuanto a Modos de Radar BVR, que es precisamente donde el Addon 1.1 traerá más novedades. El cambio es importante: antes disponíamos tan sólo de un modo BVR, en concreto el **ДББ- 0ЪЗ** con submodo de búsqueda **ДБТ** (o sea, el modo BVR-RWS en Auto). Con el addon dispondremos de todos los modos comentados anteriormente y, al igual que el piloto real, tendremos que gestionarlos y utilizarlos adecuadamente dependiendo del tipo de situación táctica. Incrementará la carga de trabajo en cabina, desde luego, pero también la diversión y el realismo.

## Modos CAC (БББ)

Respecto a los modos CAC (close air combat), tenemos el Vertical Scan, el famoso modo Helmet y un modo "linterna" referenciado en LOMAC como "Boresight" y en la realidad como "Optical". Hay que tener en cuenta que, a diferencia de los modos BVR, los CAC **no son modos de radar** estrictamente hablando, sino modos del sistema de armas, ya que la mayor parte pueden usar una combinación de radar/IRST o sólo IRST. Es decir, se trata de modos de búsqueda que pueden utilizar ambos sensores, con preferencia hacia el IRST (EOS). Normalmente, éste es el sensor primario para corto alcance, dado que es pasivo y muy eficaz para este tipo de combate. El radar suele usarse únicamente como backup para medidas de distancia al blanco, e incluso en este caso lo hace de manera "stealth", emitiendo pulsos muy cortos difíciles de detectar por el adversario.

En el avión real existen un panel de integración de sensores donde podemos seleccionar la combinación de sensores que deseamos utilizar, pero a pesar de esto la mayoría de los modos CAC seleccionan por defecto el IRST. Esto también está simulado, dado que si entramos en un modo CAC en LOMAC, nos seleccionará por defecto este sensor.

## 1. Modo BL BOY, CC o VS (БББ-BC)

Este modo utiliza un patrón de búsqueda de tipo vertical, con un máximo de 45° por encima del morro y 14° por debajo. Dicho patrón es fijo, no podemos moverlo. Esto es algo que se ha corregido adecuadamente en el parche 1.02. Además, incluye una función de auto-lock en la realidad, que afortunadamente aparecerá modelada en el 1.1. Es decir, el sistema bloquea (lock) automáticamente cualquier contacto que entre dentro del campo de visión del radar configurado en este modo. Como sabes, es un modo especialmente diseñado para combate de giros en rango visual. Y, sin duda, la función auto-lock nos será de gran ayuda en medio del combate. Respecto al "grosor" del patrón de búsqueda, el manual indica 3°, aunque otras fuentes hablan de 6°. Supongo que será debido a diferentes modelos o versiones del propio radar. En resumidas cuentas, tampoco es algo que nos afecte demasiado, dado que siempre vamos a obtener una imagen visual en el HUD del patrón de búsqueda: una franja vertical centrada, que nos ayudará a maniobrar el avión para cazar al contacto.

En la realidad, este modo puede seleccionarse para el Radar, el sensor IRST o una combinación de ambos. Igualmente, si seleccionamos este modo, anulamos automáticamente cualquier otra configuración de sensores que tengamos seleccionada. Digamos que este modo dispone de prioridad sobre todos los demás. (Dentro de los diferentes tipos de sensores, el IRST es el que tiene la máxima prioridad sobre todos los demás). Hay que decir que BL BOY, CC y VS no es exactamente lo mismo, cada uno está asociado a un tipo de sensor o una combinación de sensores. Nosotros, para abreviar, lo llamaremos siempre modo VS, que es lo más descriptivo y engloba a todos los sensores. Si en un futuro Addon se nos da la opción de elegir diferentes sensores para este modo, cambiaremos la denominación en consecuencia.

Recomiendo mapear un botón exclusivo en el HOTAS para seleccionar este modo, ya que así simulamos el efecto de "override" que existe en el sistema real.

## 2. Modo Helmet (HMS, ШЛЕМ en ruso)

El modo Helmet es quizás uno de los métodos de búsqueda y bloqueo en corto rango más conocidos en el Flanker y Fulcrum. La implementación en LOMAC es bastante fiel a la realidad, con algunas salvedades, pero básicamente es el mismo concepto. De todos es conocido que este modo, unido a las excelentes características del misil R-73, convierten al MiG-29 (y al Flanker) en un temible oponente en las distancias cortas. Si a eso unimos la enorme maniobrabilidad de ambos aviones en dogfight, es normal que los yanquis aconsejen a sus pilotos evitar por todos los medios entrar en CAC contra estos adversarios.

El piloto lleva una mira incorporada al casco, que no es más que un cristal similar al HUD donde se proyecta la simbología propia del modo HMS. Este modo usa el sensor IRST para búsqueda y bloqueo, dado que es imposible enganchar el movimiento de la antena del radar al HMS debido a una limitación del sistema D-Link. El IRST se moverá siguiendo la cabeza del piloto hasta llegar a los Gimbal Limits, lógicamente. En ese momento, aparecerá el círculo de seguimiento con el aspa en el visor (es decir: "tachado"), para indicar al piloto que el IRST no es capaz de seguirle fuera de esos límites.

El funcionamiento es el siguiente: el piloto mueve el visor con su cabeza (y por tanto, el sensor IRST acoplado), localiza el blanco, sitúa el círculo de seguimiento sobre él y

presiona el botón de "lock" en la palanca de gases. Si se cumplen las condiciones adecuadas para el bloqueo (distancia y límite angular dentro de rango), el sistema bloquea el objetivo y el símbolo circular parpadea. La simbología del visor no incluye información de distancia al blanco, con lo cual el piloto debe dirigir su vista hacia el HUD para comprobar distancia en la escala vertical (el bloqueo no se pierde, dado que en el momento del "lock", elIRST queda enganchado al blanco de forma continua). Si todo está en orden, obtendrá autorización de disparo (ПР) por parte del ordenador de disparo del avión, con lo cual tan sólo queda disparar el misil.

### 3. Modo Optical (Boresight, "linterna", en ruso: CTP)

Lamentablemente no he encontrado datos muy fiables sobre este modo en las fuentes de las que dispongo. En el manual del MiG se hace referencia a él como un modo puramente "óptico", con un rango de 10Km, lo cual hace suponer que utilizará elIRST exclusivamente. En otras fuentes se denomina como modo "Radar Boresight", lo cual indica que estaría esclavizado directamente al radar. Personalmente, creo que se trata de un modo que utiliza elIRST como sensor primario, quizás apoyado en el radar para obtener información de distancia al blanco.

El funcionamiento es sencillo. En este modo obtenemos un patrón de búsqueda cónico, de 2.5° de amplitud. Podemos mover el designador circular **dentro de los límites del HUD**, para realizar un bloqueo de forma selectiva. El uso típico sería en el caso de tener contactos amigos y enemigos frente a nosotros, para poder bloquear exactamente el que nos interese. Por lo tanto, este modo sólo nos es útil para cuando estamos en rango visual. De ahí mi sospecha de que el manual está en lo cierto al considerarlo como un modo "óptico" con elIRST como sensor primario.

### MODO AUTÓNOMO (EN RUSO: ФИО)

Este es un modo muy peculiar. Como su propio nombre indica, no depende del Radar ni delIRST, sino del propio sensor integrado en el misil. Es decir: es la propia cabeza sensora del misil la que detecta y bloca al contacto. Podemos usar este modo cuando no disponemos de ningún sensor de búsqueda operativo (radar o EOS). Lógicamente, sólo podemos usar misiles de guía activa (ARH) o guía térmica (IR) con este modo. Por ejemplo, el R-77 o el R-73. El funcionamiento depende del tipo de misil:

#### 1. Misiles ARH

Este tipo de misiles tienen, por lo general, una fase previa de guía inercial o de guía radio-comandada tras el lanzamiento si lo realizamos próximo a rango máximo. El modo "activo" del misil sólo funciona dentro de cierto rango. Es decir, para bloquear el objetivo, o bien lo hacemos con los sensores del avión, o bien lo hace el sensor del misil *si está en rango* activo. Por lo tanto, para que el modo Autónomo funcione con ARH, necesitamos esperar a estar en rango del sensor del misil para poder bloquear el blanco.

#### 2. Misiles IR

El funcionamiento con los misiles térmicos es más directo: Tan sólo tenemos que estar dentro del rango máximo o efectivo del misil. Una vez dentro de rango, el propio misil IR buscará y *bloqueará automáticamente* el contacto, siempre que se encuentre dentro de los gimbal limits de su cabeza sensora. Este comportamiento es

el real y estará simulado en el Addon. Además, obtendremos un tono de lock para confirmar el bloqueo. La operación en este caso sería la siguiente: seleccionar modo Autónomo, seleccionar misil IR, colocar el contacto aproximadamente en el centro del HUD y esperar tono. Una vez tengamos tono, ya podemos disparar (el tono sería algo similar a la autorización de disparo).

Podemos, pues, utilizar este modo aunque no tengamos HUD, radar ni EOS operativos, aunque –lógicamente- necesitamos contacto visual con el objetivo para poder usarlo. Se trata de un método de emergencia, dado que no obtenemos información de rango ni de aspecto del blanco.

## Modo STT

El STT o ATK es el modo en el que entra el sistema cuando blocamos un objetivo. No es un modo propio del radar ni del EOS, sino del sistema de armas del avión. Los sensores (radar oIRST) pasan la información al ordenador de disparo y éste es el que activa el modo ATK, presentando información en el HUD de todos los parámetros de disparo (distancia actual, rangos máximos y efectivos del arma seleccionada, ángulo de aspecto, etc.). En las versiones de MiG (y resto de aviones rusos) simuladas en LOMAC está restringido a un sólo blanco bloqueado. Ya hemos visto que las versiones más actuales del radar N019 soportan bloqueo simultáneo de dos o más blancos.

La diferencia que introducirá el Addon 1.1 con respecto a lo que ya conocemos de la versión 1.02 es que, en modo ATK, tenemos una indicación en el HUD de la posición del haz de radar, lo cual nos servirá de ayuda para nuestras maniobras de seguimiento del objetivo.

## CONCLUSIÓN

La lista de mejoras que introducirá el Addon 1.1, particularmente en el tema de aviónica y radar, es significativa. Por primera vez desde la aparición de la *saga* con Flanker 1.x, vamos a disfrutar de un modelado de radar muy cercano a la realidad. Conociendo cómo funciona el sistema real, es comprensible que no se haya alcanzado el 99% de realismo, dado que en la realidad es un tema bastante complejo, obligando al piloto a operar diferentes paneles y switches en el avión. Esto, obviamente, requiere un modelo de cabina "*clickable*" que, por ahora, LOMAC no tiene. De todas formas, el concepto de operación del radar está bastante bien implementado y es un paso de gigante comparándolo con lo que teníamos hasta ahora.

Este aumento de realismo va a traer consigo un incremento sustancial de la carga de trabajo en cabina, pero por otro lado nos va a hacer las cosas más fáciles ahí arriba, sobre todo si volamos en un grupo organizado, ya que vamos a disponer de más posibilidades en cuanto a gestión de radar, pudiendo elegir el modo más idóneo para la situación en que nos encontramos.

Eso sí, recuerda siempre que el haz de radar es muy limitado, y el cielo... muy grande.

Orleans

© Escuadrón Cruz de San Andrés (ESA)