

# Futuro de los misiles aire-aire de medio y largo alcance

PEDRO MUÑOZ  
*Comandante de Aviación*



## INTRODUCCION

**E**L futuro del armamento aéreo irá estrechamente ligado al futuro de los sistemas de armas que los transportarán y éste suele venir determinado por las lecciones duramente aprendidas durante el último conflicto y por la tecnología disponible.

Lejos quedan los tiempos del probablemente primer derribo con un misil de medio alcance: un MIG A derribado en Vietnam en 1965 por un AIM-7D. Lejos también los porcentajes de derribos respecto a misiles lanzados ( $P_K$ ) que en ese conflicto fueron alrededor del 10% para esta clase de misiles.

La guerra del Golfo ha servido para probar que, al menos en determinado tipo de conflictos, los avances en procedimientos, sistemas de identificación amigo/enemigo y de la tecnología en general de los sistemas de armas ha permitido aumentar considerablemente la proporción de derribos alcanzados más allá del alcance visual (BVR), campo fundamental de los misiles de medio y largo alcance, y su  $P_K$ . Prueba de ello es el hecho de que durante dicho conflicto esta clase de misiles, en concreto el AIM-7, lograron 25 derribos, lo que supone las dos terceras partes de los conseguidos por el arma aérea aliada. Este dato sólo es una prueba parcial, pues no todos ellos se alcanza-

ron en el campo de BVR, pero si nos muestra el protagonismo de las armas de medio alcance.

Y aunque algunos predicen ya un futuro a medio y largo plazo en que, debido al desarrollo de tecnologías "stealth", se volverá al cañón y misiles de muy corto alcance como armas aire-aire primarias en un escenario de combate cercano, lo cierto es que la tendencia actual es la opuesta: hincapié en la investigación y desarrollo de misiles de mayor alcance.

La idea más común del misil de medio y largo alcance es la de un misil de guiado radar y de un alcance máximo de al menos 15 Km. Este artículo tratará de ampliar y matizar este concepto desde el punto de vista de las nuevas





*En estas páginas podemos apreciar tres espectaculares configuraciones Aire/aire. Arriba, a la izquierda, un Mirage 2000-5 armado con cuatro misiles de interceptación y combate Mica y dos Magic 2. A la derecha un Mirage 2000 en el momento de lanzar un misil Aire/Aire Magic 2. Y a la izquierda un Mig 31 con una buena muestra de su capacidad armamentística.*

tecnologías y estudiando alguno de los proyectos y realidades concretas más importantes.

## NUEVAS TECNOLOGIAS

### Detección y seguimiento

**D**OS son las zonas del espectro electromagnético utilizadas en la detección y seguimiento: la zona infrarroja y las bandas radar. Estas últimas son las más comunes en los misiles de medio y largo alcance, especialmente en su modo de guiado semiactivo (SARH: Semi Active Radar Homing). Alguno de los nuevos misiles (AMRAAM, MICA) siguen la senda del AIM-54 PHOENIX utilizando un guiado activo a partir de cierta distancia al blanco. Este sistema tiene la ventaja evidente de permitir al caza combatir varios blancos simultáneamente pudiendo alejarse del área de combate, sin tener que mantener el blanco en la cobertura de su radar, a partir del momento en que el misil utiliza su propio radar para el guiado hasta el impacto del misil.

Los avances de la microelectrónica han permitido todo esto sin penalizar con un exceso de peso o tamaño las cabezas de guiado. Estos mismos avances son los que hacen prever para un futuro cercano el llamado "guiado dual": radar e infrarrojo (la utilización simultánea de éste último en la última fase de interceptación del misil). La ventaja fundamental de dicho sistema sería la mayor resistencia a las contramedidas del blanco ya que estas deberían combatir ambos sistemas de guiado simultáneamente.

En un futuro más lejano quizá veamos misiles cuyos sistemas de detección y guiado se basen en la distorsión del flujo de aire o ruido producido por un avión en la masa de aire. Estas tecnologías han comenzado a estudiarse seriamente durante el diseño de aviones "stealth", precisamente buscando su Talón de Aquiles. Sin embargo, están todavía lejos de su empleo operativo.

## PROPULSION

**L**A propulsión lograda mediante la reacción a los gases expulsados por el motor puede ser de tres



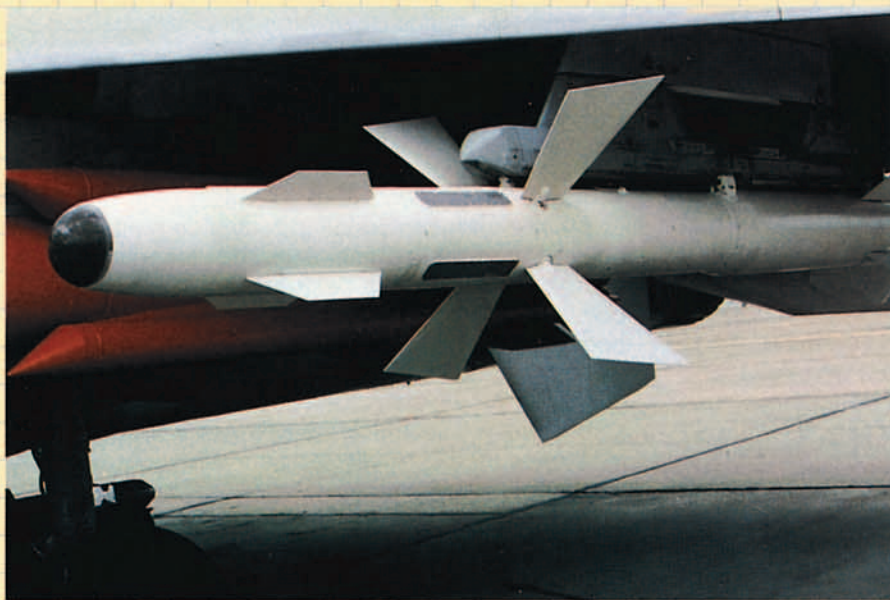
*El F-22, arriba, durante pruebas de lanzamiento del misil AMRAAM.*

*A la derecha, el misil Aire/Aire de medio alcance "Aspide", de Alenia, que equipa actualmente a los F-104 Starfighter de la Fuerza Aérea italiana y está previsto para equipar a los Tornados ADV y al EF2000*



clases fundamentales. La primera, el cohete, que es la de utilización más extendida. Suele utilizar combustible sólido. Uno de sus problemas es el peso extra del comburente que el misil debe llevar almacenado en su interior. La segunda es el turboreactor, utilizado en misiles de largo alcance evita el citado problema del cohete, pues toma el oxígeno de la atmósfera, pero es más complejo y la penalización en peso se debe a mecanismos tales como compresor y turbina propios de este tipo de motor. El tercero es el estatorreactor. Este tipo de motor efectúa la combustión con el oxígeno de la atmósfera sin que el aire haya sido comprimido previamente más que por la presión dinámica. Es por ello que alcanza su máximo rendimiento a grandes velocidades. De ahí que normalmente se presente como empuje mixto cohete-estatorreactor en misiles de largo alcance.

La tendencia actual, que casi parece una moda, es



*Sobre estas líneas el misil R-72 IR (AA-10B Alamo); a la izquierda un primer plano de la versión rusa del AMRAAM estadounidense, a pesar de la configuración original de sus aletas posteriores, su denominación AMRAAMsky no deja lugar a dudas.*

la de proyectos de largo alcance. Para muestra un botón: el R-37 ruso tiene un alcance declarado de 400 Km. Evidentemente la propulsión es sólo uno de los problemas a que se enfrenta este tipo de misiles: identificación, detección y seguimiento por ejemplo no parecen problemas menores a esas distancias. La propulsión basada en cohete-estatorreactor parece la solución más lógica en este tipo de misiles y en ese camino están algunos de los nuevos proyectos de misiles de largo alcance.

Intimamente ligado al alcance está el de la velocidad de vuelo. Los motores estatorreactores están

siendo considerados porque ofrecen velocidades de interceptación dos y tres veces mayores de los actuales motores cohetes: en vez de alcanzar el blanco a Mach 1 ó 1.5 el estatorreactor puede mantener Mach 3.

Un misil con una velocidad sostenida más alta disminuye las posibilidades de huir del combate del blanco, aumentando la distancia alrededor del caza a la que un blanco puede escapar. Además un misil más rápido, con el consiguiente aumento de alcance, puede llevar éste más cerca del límite de cobertura del radar.

Otro aspecto importante de la propulsión es su relación con el control en aquellos misiles que utilizan los gases del motor para dirigir el misil mediante la dirección o deflexión de los gases de escape del motor. Evidentemente el motor debe funcionar para que el control sea efectivo, lo que no ocurre durante la mayor parte del vuelo efectivo posible, en casi todos los misiles actuales. Estos suelen estar impulsados por un poderoso motor cohete durante breves segundos y disipan esa energía específica durante el resto del vuelo. Las soluciones que se apuntan son: el ya mencionado cohete-estatorreactor en el que este último funcionaría continuamente una vez que el cohete le hubiera impulsado a la velocidad de funcionamiento y el cohete de impulsos que funcionaría inicialmente y siempre que hubiera que corregir la trayectoria.

## CONTROL

**C**OMO es de sobra conocido el misil aire-aire procesa la información proporcionada por el sistema de detección y el sistema de guiado calcula constantemente una trayectoria de interceptación.

Para ejecutar esta trayectoria el control se puede llevar a cabo mediante superficies aerodinámicas, estabilizadoras y de control propiamente dichas, y mediante la deflexión de los gases de escape del motor. El primer método es el tradicional y su efectividad depende en gran medida de la velocidad aero-

dinámica del misil. El segundo se logra mediante una tobera con rótula, deflectores de lámina de los gases, tobera flexible mediante actuadores, etc. etc... La introducción de este segundo método mejora en gran manera la agilidad del misil especialmente en el momento final antes del impacto. Como ya se mencion  en el apartado anterior el motor debe estar en funcionamiento para conseguir esta clase de control. Las soluciones previstas son las apuntadas.

Estos dos métodos de control pueden presentarse, y de hecho es lo más común, de forma conjunta. El avance de la tecnología en el campo de las leyes de control permitirá primero la reducción de las superficies aerodinámicas, especialmente de aquellas cuya única finalidad sea la estabilidad, conseguida artificialmente mediante los sistemas de control de vuelo, y segundo la integración de ambos métodos de control. Más adelante, al hablar del misil HAVE DASH II tendremos oportunidad de ver un nuevo concepto de leyes de control basado en la idea de un misil que vuela como un avión, es decir que alabea para virar en vez de derrapar como lo hace el resto de los misiles.

## DISEÑO

**E**MPUJADOS por la más importante y todavía no del todo comprendida, revolución de la aviación de combate desde que se invent  la sincronización de hélice y ametralladoras, el concepto "stealth", la investigación se dirige al diseño de misiles transportados interiormente por el caza, en vez de en los tradicionales pilones colgando del avión. Desde el punto de vista de la furtividad radar son tan importantes los misiles como los pilones. Las posibles soluciones pasan por el transporte interno y por el transporte acoplado o conforme. Para ello son las superficies aerodinámicas las que presentan más dificultades. Para superarlas se utilizan varios métodos. Primero disminuirlas sin más, cosa que es posible gracias a los mencionados avances en las leyes de control del misil. El segundo método consiste en superficies desplegadas, que tiene el inconveniente de una mayor dificultad y complejidad. El tercero es el uso de misiles con fuselaje sustentador (Ej.: HAVE DASH II). Los tres métodos no sólo tienen ventajas en el caso de ser transportados internamente o acoplados, sino que además en el caso de transporte en pilones convencionales se consigue una menor resistencia al aire por parte del misil y pil n ( ste puede ser más pequeño) y un menor retorno radar.

Además, debido a electrónicas cada vez más compactas, el tamaño y peso de la aviónica del misil se reduce, con el resultado de un aumento en el alcance, bien debido a más espacio para combustible o a reducción de tamaño y por lo tanto de resistencia.

Es en este aspecto del alcance donde el diseño de fuselaje sustentador obtiene otra de sus grandes ventajas. La forma del misil produce sustentación lo que se traduce en que el misil vuela más lejos y además, las correcciones de la trayectoria se producen más

eficientemente, es decir, con menos consumo de Energía específica.

## CARGA EXPLOSIVA

**L**A carga explosiva es otro de los factores determinantes de la efectividad del misil. Está absolutamente relacionado con los sistemas de guía y control que, en función de su perfección, determinaron el tamaño de dicha cabeza de guerra y su sistema de espoleta. El caso utópico sería el de una espoleta de percusión o incluso sin cabeza de guerra, consiguiéndose el derribo mediante la energía cinética del impacto. Los proyectos actuales no son tan optimistas y se orientan en las áreas que se tratan a continuación.

Algunos de los proyectiles se inclinan por disponer en la espoleta de un detector del blanco que indique a qué lado se encuentra el blanco para, mediante un dispositivo, proyectar la explosión de la cabeza en esa dirección, lo que redundaría en un aumento de la efectividad y una disminución de tamaño y peso de esa parte del misil.

Otro factor es el del tamaño y forma de los proyectiles de la cabeza de guerra. Actualmente están diseñados para lograr el derribo del avión por medio de la ingestión de combustible a través de la toma de aire del motor. El combustible se derramaría por los agujeros producidos por la metralla en los tanques próximos al motor. La nueva tendencia es atacar el sistema de control de vuelo para lo que parece más efectivo utilizar un mayor número de proyectiles y de menor tamaño.

## MISILES

### EE UU

#### AIM-120 AMRAAM

Este misil de medio alcance, cuyo diseño comenzó hace 15 años para derribar MIG-23, está siendo modernizado en varias fases. Los trabajos están dirigidos a varias áreas.

Ya a corto plazo se está procediendo a la integración del AIM-120C en el F-22. Exteriormente la diferencia entre este modelo y los anteriores consiste en unas aletas recortadas, con el objeto de facilitar su transporte interno en el citado avión. Las actuaciones de misil al parecer son las mismas (aviónica aparte) ya que la pérdida de autoridad de control es compensada con una menor resistencia.

Otro  rea en la que se trabaja con vistas a las modificaciones que serán incorporadas en la fase III del misil es la de la propulsión. Con objeto de satisfacer las necesidades de un misil de largo alcance para la NAVY y de un misil más rápido para la USAF, se están estudiando diversas combinaciones de cohete y estatorreactores o cohetes más poderosos. Algunas de estas variantes exigirán leyes de control del tipo alabea-para-virar. Para probar estos aspectos están previstos ensayos en vuelo en 1995 y el disparo so-

## MISILES AIRE-AIRE DE MEDIO Y LARGO ALCANCE

PAIS DESIGNACION	FABRICANTE	DIMENSIONES Diámetro (m) Longitud (m) Envergadura (m)	PESO (Kg)	GUIA	ALCANCE (Km)	OBSERVACIONES
<b>EE.UU.</b> Phoenix AIM-54C Sparrow AIM-7 F/M AMRAAM AIM-120B	Hughes Raytheon  Raytheon  Hughes Raytheon	0.30 0.39 0.91 0.20 3.65 0.18 3.65 0.63	458  228  152	R.A.  SA (7F)-SA monopulso (7M) RA, SA o HOJ	160  50  60	En F-14. Cabeza de guerra 60 Kg.  Cabeza de guerra 40 Kg.  AIM-120C para el F-22 en desarrollo
<b>RUSIA</b> R-27 (AA-10, Alamo)  R-73 (AA-11, Archer)  R-77 (AA-12)  R-33S (AA-9, Amos)  R-37	---  Vympel MKB  Vympel MKB  Vympel  Vympel	0.26 4.78 0.8  0.17 2.9 0.51  0.20 3.6 0.7 0.38 4.15 1.18 5.6	350  105  300  490  --	SA (R-27 EM) RA (R-27AE) IR  RA  SA  RA	170 (R27EM) 130 (R27AE) 30 (R-37A) 40 (R-37M) 100	Cabeza de guerra 39 Kg  Empuje vectoral  Versión RVV-AE-PD en desarrollo  Cabeza de guerra 47 Kg. En MIG-31B y MIG-31BS  En MIG-31M y SU-27M
<b>FRANCIA</b> Super 530D  MICA	Matra  Matra	0.26 3.8 0.88 0.16 3.1 0.16	265  110	SA  RA o IR	45  50	En Mirage 2000 francés solamente. Super 530F para exportación.  En Rafale y Mirage 2000
<b>REINO UNIDO</b> Sky Flash	BAe Thompson-CSF	0.2 3.7 1.0	193	SA monopulso	45	En F-4 y Tornado F-2. Active Sky Flash en desarrollo.
<b>ITALIA</b> Aspide I	Selenia	0.2 3.7 1.0	220	SA monopulso	80	En F-104 Active Aspide 2 en desarrollo para EF-2000
<b>CHINA</b> PL-10	CATIC /CPMIEC	0.28 4.0 1.2	300	SA onda continua	15	
<b>TAIWAN</b> SkySword 2 (Tien- Chien 1)	Chung Shanist	0.26 3.5 0.64	190	SA o RA	--	En avión Ching-Kuo

bre blancos simulados en 1996. Por último señalar que British-Aerospace está interesada en proyectos de AMRAAM que cumplan el requerimiento británico de un alcance de 100 Km. Programa de colaboración que de llevarse a cabo acabaría con el proyecto del S-225X.

## HAVE DASH II

Este misil es un programa de Loral/USAF para validar el concepto de fuselaje sustentador aplicado a misiles aire-aire. Proyecto secreto durante los años 80 de forma achatada característica y sin aletas), dispone de un motor de Sparrow. Aplica también leyes

de control de vuelo del tipo alabeo-para-venir. El avance tecnológico en ese área ha permitido lidiar con los efectos de acoplamiento inercial generados durante esta maniobra que impedían su aplicación práctica en los misiles convencionales (derrapar-para-venir).

Los ensayos en vuelo están probando diversas combinaciones y modificaciones de dichas leyes de mando. Por ejemplo en la fase terminal (últimos 2 ó 3 segundos) parece más conveniente, debido a la rapidez de los posibles cambios de trayectoria, una combinación entre derrapaje y alabeo. En otros casos será más eficiente el vuelo invertido del misil.

Además de la mayor eficiencia sustentadora que se traduce en mayor alcance o capacidad de maniobra, la ventaja más importante es el ahorro de espacio de cara a su integración en compartimientos internos del F-22 o su transporte pegado al fuselaje de cazas más pequeños (menos retorno radar y resistencia).

### Rusia

Rusia posee una gran cantidad de versiones de sus ya de por sí numerosos tipos de misiles. Haremos un breve repaso a las últimas novedades y proyectos en el campo de los misiles de medio y largo alcance. Una peculiaridad rusa en este área es el concepto de misil de largo y muy largo alcance concebido para ser cargado en cazabombarderos o interceptadores pesados del tipo MIG-25 cuyo objetivo serían los bombarderos y misiles crucero enemigos.

R-27AE Y R-27EM (Código OTAN: Alamo. Designación USA: AA-10)

Ultimos descendientes de esta familia de misiles de medio y largo alcance diseñados para cazas del tipo MIG-29 y SU-27.

Posee una cabeza de guerra de 39 Kg. y una distancia mínima de lanzamiento de 500 m disparado en cola. El modelo R-27EM está dotado con una cabeza de guiado radar semiactivo mejorada. Está diseñado para la interceptación de blancos a muy baja altitud (hasta 3 m) incluidos misiles crucero. El modelo R-27AE es el primero de la familia con radar Doppler monopulso activo, diseñado para conseguir blocajes a 20 Km (asumiendo una "Radar Cross Section" RCS de 5 m<sup>2</sup>). Ambos están dotados de contra medidas mejoradas respecto a versiones anteriores.

R-73 (Código OTAN: Archer. Designación USA: AA-11)

Misil de medio alcance desarrollado por Vympel MKB. El guiado es mediante una cabeza Infrarroja. El control del misil se logra mediante aletas convencionales y empuje vectorial. Presenta unos característicos sensores de ángulo de ataque en la parte delantera. Existen dos versiones en servicio: R-73A (RMD-1) con 30 Km de alcance y R-73M (RMD-2) con 40 Km de alcance. Pueden ser apuntados con el casco del piloto hasta 45° y 60° respectivamente fuera del eje del avión. Existe también un programa de desarrollo para una versión del misil disparado hacia atrás del avión lanzador. Dentro de este programa al parecer se han efectuado lanzamientos desde SU-27 a velocidades subsónicas y supersónicas. Esta versión presenta unas aletas traseras más pequeñas, probablemente para evitar en lo posible balanceos en la estela del avión durante la salida.

R-77 (Código OTAN: AA-12), RVV-AE, AAM-AE, "Aamraamski"

Misil de medio alcance desarrollado por Vympel MKB a imagen y semejanza del AIM-120. Dispone de

una cabeza de guiado activo Radar Doppler monopulso. Lleva una espoleta Láser de proximidad. Entró en producción en 1992 destinado a las últimas versiones de MIG-29 y Su-27 y al MIG-31M. Presenta unas aletas traseras de rejilla muy características que, según sus diseñadores, son más efectivas que las aletas convencionales en el aire turbulento que se presenta en la fase terminal de la interceptación en la que se realizan maniobras de extrema brusquedad. Se están desarrollando nuevas versiones. Una de ellas presenta un guiado infrarrojo complementario. Otra está dotado de un cohete más potente que alarga el alcance desde los 100 Km del modelo convencional hasta los 150 Km.

Existe otra versión, que lleva dos años en desarrollo, llamada RVV-AE-PD que dispone de un empuje basado en cohete y estatorreactor. Esta versión estará lista para 1995 y supondrá un aumento en peso y tamaño considerable.

### R-37

Misil de muy largo alcance diseñado por Vympel es un descendiente del R-33 (AA-9, Amos) para la nueva generación de cazas rusos: desde el MIG-31M al SU-27M. Dispone de una guía activa radar. Comenzó su diseño en los primeros años de la década de los 80. Los ensayos en vuelo empezaron en 1989. Su alcance declarado son 400 Km lo que resulta chocante si observamos que su tamaño es muy similar al del R-33 que sólo consigue un tercio de esa distancia. Probablemente disponga de un cohete impulsor adicional.

### AMM-L

Nuevo misil en desarrollo de muy largo alcance diseñado por "Novator". Dispone de un cohete de combustible sólido de dos etapas que lo lanzan hasta 400 Km contra blancos volando a alturas desde 3 m hasta 30 Km. Presenta una guía inercial inicial y un radar activo para su fase terminal. Fue presentado el año pasado en maqueta y es una directa competencia del R-37, aunque no parece tener mucho futuro visto el aparente éxito de éste.

### Francia

#### MICA

El MICA (Missile d'Interception et de Combat Aerien) es un misil de alcance medio cuyo desarrollo comenzó en 1982 y se espera entre en servicio en 1996. Utiliza un sistema mixto de control: aletas convencionales y empuje vectorial. Utiliza también una guía inercial en la primera fase y un guiado terminal basado en 2 cabezas de guiado intercambiables: Radar Doppler activo o Infrarroja. Tiene un alcance declarado de 50 Km. El primer disparo fue en 1991 y el pasado año el misil disparado fue capaz de interceptar al blanco asignado entre un grupo de blancos maniobreros. El MICA equipara el Mirage 2000 y el Rafale. ■