

CESEDEN

LA MODERNA ARTILLERIA ANTIAEREA ACORAZADA

Por el coronel Helmut Reuter

("Soldat und Technik", abril 1968)



Mayo, 1968

BOLETIN DE INFORMACION NUM. 26 - IX

El problema de la defensa contra aviones en vuelo bajo se encuentra, en todo el mundo, en una fase, que no puede satisfacer las exigencias del combatiente. El cometido principal de una defensa antiaérea para el ejército de tierra es la protección de las unidades combatientes en el campo de batalla, especialmente las unidades acorazadas, los asentamientos artilleros y las vías de comunicación más importantes. Por otra parte, y según confirma la experiencia, ante una superioridad aérea enemiga, se pone de manifiesto la necesidad de una adecuada defensa antiaérea. Lo que a continuación se expone busca la comprensión de los principios de carácter general en el desarrollo de las modernas armas aéreas.

Evolución de los aviones y de los procedimientos de ataque

En el perfeccionamiento de nuevos aviones se parte siempre, en lo posible, de velocidades cada vez mayores. Hoy la velocidad de uno o dos mach se considera normal en los aviones de combate. Pero estas altas velocidades están sometidas a limitaciones, que el profano en la materia desconoce y es incapaz de valorar. En las proximidades del suelo, y esto es de gran interés precisamente para la defensa aérea, del campo de batalla, las velocidades antes citadas sólo pueden utilizarse de manera teórica. En la práctica, sólo son posibles (normalmente) velocidades de 1.000 a 1.200 km/h.; es decir, inferiores a un mach. Mayores consumos de combustibles, mayores pesos y, la dificultad de orientarse en vuelos de baja altura, imponen limitaciones al material y al hombre.

Los aviones en vuelo bajo, antes de atacar por sorpresa a determinados objetivos, han de fijarse por sus coordenadas. Para ello, tienen que aproximarse al objetivo, en vuelo rasante, a menos de 100 m, para ocultarse lo más posible a los radares de vigilancia. Pero en este vuelo los aviones pierden igualmente las ayudas de navegación de las estaciones propias situadas en tierra, por lo que se ven obligados a valerse de sus propios medios de navegación, y como consecuencia, a determinar su posición mediante la observación del suelo y corregir su ruta, antes de llegar al objetivo, para poder alcanzarle. La práctica ha demostrado que en vuelo bajo, sólo son posibles velocidades superiores a los 200 m/s (por razones de orientación), en el caso de objetivos o referencias grandes y muy características (ríos, lagos, vías de ferrocarril, etc.) y aun así, al aproximarse a velocidades de 250 m/s, las posibilidades de observación del suelo son bastante limitadas. Los aviones en vuelo bajo, que realizan una misión de reconocimiento armada y que han de atacar objetivos eventuales, suelen fijarse una velocidad límite para tales cometidos de 200 m/s, es decir 720 km/h. En cuanto al servicio de un cañón o misil antiaéreo, que trabaja con datos medios que abarcan de 300

a 1.000 km/h en lo que se refiere a las velocidades de los aviones enemigos, puede considerársele técnicamente suficientemente equipado.

Los actuales aviones están contruidos de manera que puedan alcanzar velocidades superiores a un mach a grandes alturas. Esto impone el que hayan de tener un corte longitudinal pequeño y ofrecer en vuelo bajo la menor resistencia posible al aire. Además, el cuerpo humano sólo aguanta situaciones de 4 ó 5 "g" (siendo g la atracción terrestre), pudiendo en tiempos muy breves (de 1 a 2 segundos), soportar un máximo de 8 g. De esto se deduce que la capacidad de maniobra de un avión se encuentra limitada, con arreglo a la fórmula que da el radio de la curva que describe al recoger el picado, $R = \frac{V^2}{ng}$ (ver esquema nº 2 relativo a la "geometría del vuelo en picado"). Según esta fórmula, el valor del radio R será de 3.125 m para un valor de $n=2$ y de 1.040 para $n=6$, suponiendo la velocidad del avión de 250 m/s, en ambos casos.

Consideremos al piloto que ha de atacar un objetivo concreto; por ejemplo un puente, cuyas dimensiones sean de 50 m de largo por 12 de ancho. A una velocidad de 200 m/s, para poder destruir el objetivo, ha de dejar caer una bomba un cuarto de segundo antes de alcanzarlo, pero si quiere hacer impacto en el punto medio del puente, entonces el tiempo de lanzamiento queda reducido a un octavo o hasta a un décimo de segundo. La curva de lanzamiento de la bomba (fig. 1) nos muestra que, en vuelo horizontal, para una altura de 50 m, el tiempo de caída de la bomba es de 3,2 segundos; es decir, que el piloto ha de dejar caer la bomba aproximadamente a unos 620 m delante del blanco; tiempo de caída = $\sqrt{24/g} = \sqrt{10} = 3,2$ seg. Esto significa que el piloto no sólo tiene que ver el blanco a dicha distancia, sino que, para su captación dentro del mecanismo de puntería necesita disponer aún de unos segundos más. Se simplifica el problema para el piloto, si sobrevuela referencias auxiliares que faciliten la operación de identificar el objetivo. Pero la última fase del vuelo desde el blanco o referencia auxiliar hasta el objetivo se realiza generalmente en línea recta. Esto es precisamente lo que tiene que aprovechar la defensa antiaérea.

Otra forma de ataque, el ataque en picado, facilita al piloto el problema de la precisión de sus armas. Consideremos, como en el caso anterior, un puente de las mismas dimensiones. Este tipo de puentes suelen tener por finalidad el salvar pequeños obstáculos naturales -ríos, canales, valles, etc.- y con frecuencia pueden no ser vistos si se vuela muy bajo, con lo que no es posible su ataque por el procedimiento antes citado. Entonces, este objetivo puede ser atacado por el procedimiento de vuelo en picado, para lo que el piloto se dirige hacia el blanco, volando a una cierta altura, para descender rápidamente sobre él.

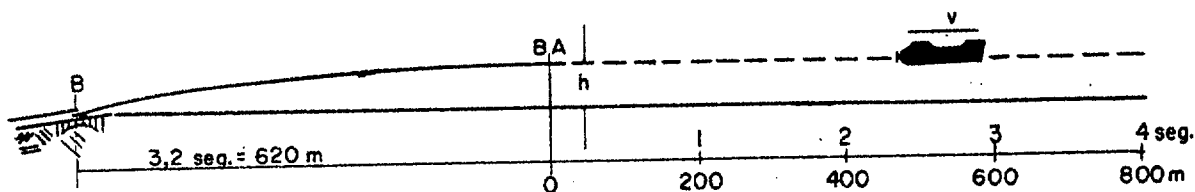
En el vuelo en picado la velocidad relativa en el blanco, también se ve limitada por el "radio de la curva" que describe el avión al enderezar su vuelo, (ver esquema 2) y depende igualmente del grado de aproximación al objetivo que necesite el piloto para alcanzarle. Pero, en la fase de enderezado del avión, tampoco se puede pasar

Esquema 1: Curva de la trayectoria de la bomba

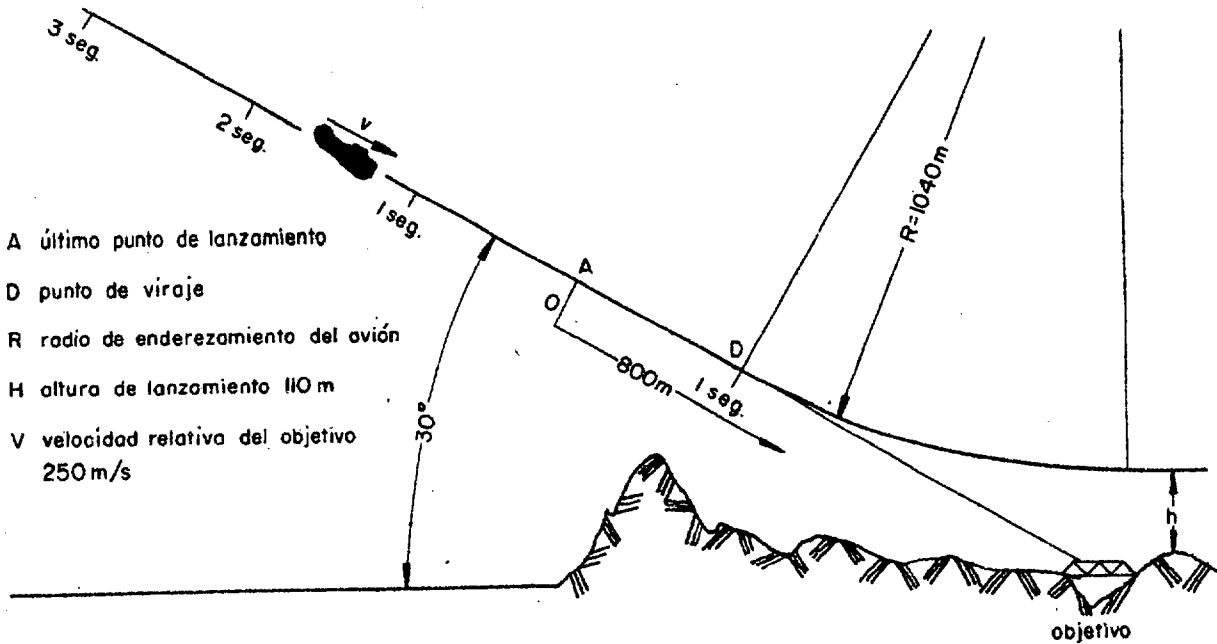
B Puente 50m X 12m
 BA Punto de lanzamiento
 de la bomba

$h =$ Altura del objetivo 50m
 $v =$ Velocidad 200m/s

----- fase de captación del blanco



Esquema 2: Geometría del vuelo en picado

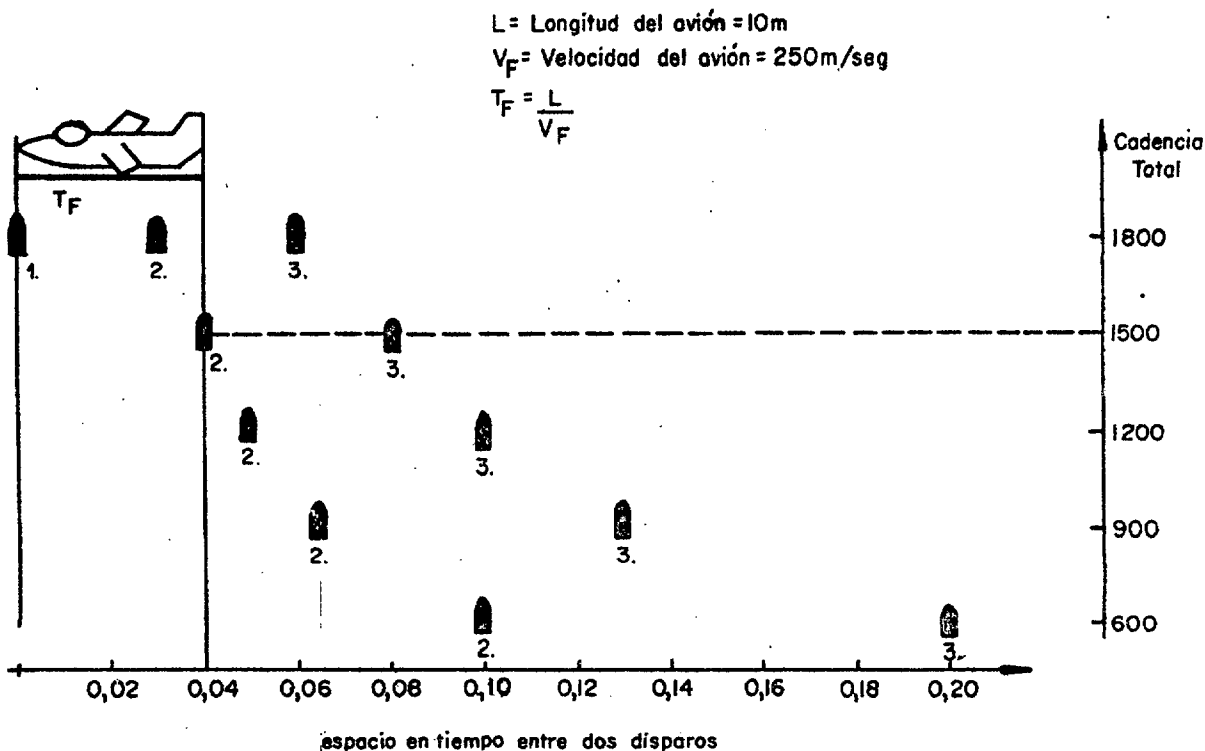


A-D = Tiempo de reacción del piloto, antes de entrar en la trayectoria circular

de una aceleración de seis veces el valor de la gravedad y al mismo tiempo hay que contar con un cierto margen de seguridad con relación al suelo, para evitar estrellarse. Para una velocidad relativa del blanco de 125 m/s, el piloto ha de disparar a 400 m del objetivo, medidos sobre su trayectoria en picado; pero, para una velocidad de 250 m/s, la distancia es de 800 m. En cuanto al "radio de enderezamiento" nos la

da la fórmula $R = \frac{V^2}{ng} = \frac{250^2}{6 \times g} = 1040 \text{ m}$. (las cifras que aquí se emplean han sido tomadas de las dadas para la formación básica en la Royal Air Force).

Por otra parte, hay un gran número de procedimientos de ataque, según que el objetivo sea un punto determinado o una superficie, o según las armas empleadas.



Esquema 3 : Velocidades de tiro

adas en el ataque. Sin embargo, algunas reglas permanecen invariables:

- el piloto, antes de disparar sus armas, ha de volar siempre durante un cierto tiempo en línea recta,
- la velocidad para el vuelo bajo y en picado está limitada a 250 m/s aproximadamente,
- en terrenos cubiertos, el descubrimiento de objetivos que no han sido deter

minados con anterioridad, sobre todo si son móviles, no permite disponer del tiempo necesario para atacarlos en la primera pasada, por lo que se requiere un segundo ataque.

Estas limitaciones del atacante deben ser apreciadas y explotadas por la defensa antiaérea.

Posibilidades técnicas de la defensa aérea

La defensa antiaérea contra vuelos bajos en el campo de batalla debería tener en cuenta especialmente las normas dadas anteriormente; es decir, que sus elementos de puntería deben estar en condiciones de calcular las necesarias predicciones contra aviones, en las que deben tenerse en cuenta la aceleración lineal y el vuelo en línea recta. La escala de valores de los aparatos de puntería no interesan que consideren velocidades superiores a 1 mach. Los sirvientes han de prestar suma atención a aquellos aviones que súbitamente giran o toman mayor altura ya que puede realizar estas maniobras para llevar a cabo un ataque sobre el objetivo, aunque -aparentemente- esté ya rebasado. ¿Qué armas antiaéreas son actualmente eficaces contra los vuelos rasantes?

Cuando al final de la segunda guerra mundial se aumentó cada vez más la velocidad y el techo de los aviones, los cañones perdieron eficacia, ya que no reunían las necesarias condiciones para oponérsele y comenzó la era de la defensa antiaérea basada en los misiles. Es natural que, con el desarrollo del radar y teniendo en cuenta los éxitos logrados teóricamente en los campos de tiro con los misiles antiaéreos, se consideren también éstos como muy apropiados para la lucha contra los aviones en vuelo bajo. ¿Cómo explicar entonces que lo que sirve contra aviones que vuelan a gran altura y velocidad, no sea eficaz en cambio contra aviones que vuelan a menor velocidad y altura? En principio hay que comprender que el radar también tiene limitaciones. El avión que vuela entre 100 y 50 m escapa a su detección sobre la pantalla o su eco aparece sobre la misma demasiado tarde. Por otra parte, el tiempo de reacción y de vuelo de los misiles tiene un límite mínimo, por bajo del cual no puede atacarse ya a un avión que está a menos de cierta distancia. Esto se pone en evidencia cuando de nuevo se ha vuelto a recurrir a los cañones, si bien dotándoles de medios de medios auxiliares técnicos que permiten asegurarles una gran precisión.

Actualmente es cierto que ningún país ha conseguido agotar plenamente todas las posibilidades técnicas teóricas. En todas partes se han mejorado armas, municiones, técnicas y sistemas de puntería. ¿Pero qué posibilidades hay ahora para conseguir un eficaz empleo de los cañones?

Mejoras en las armas

En este campo, todos los países han hecho considerables progresos. Se han elevado las velocidades de tiro de 120 a 1000 disparos por minuto. Ya no es necesario recurrir al anterior sistemas de los montajes cuádruples. La cadencia debía ser lo suficiente grande como para que un avión no pudiera volar a través de una ráfaga, de forma que si un proyectil incidía delante de él, otro viniese a parar inmediatamente detrás (ver esquema 3).

Recurramos de nuevo al cálculo. Dividamos 250 m/s, velocidad del avión, por los 10 m que de manera general podemos considerar longitud media de su fuselaje. A dicha velocidad tarda $1/25$ de segundo en recorrer los 10 m. Por ello, harán falta teóricamente 25 disparos por segundo para tener la seguridad de que el avión no puede atravesar una ráfaga sin ser tocado por un impacto. Para esto, es necesaria una velocidad de tiro de 1.500 disparos por minuto. En este cálculo partimos de una rígida concentración, pero en la práctica los tubos de los cañones persiguen también al blanco, con lo que disminuye considerablemente la rigidez de dicha concentración, de tal forma que es suficiente una velocidad de tiro de unos 1.200 disparos por minuto. Esta cadencia está ya conseguida en los pequeños calibres y casi está lograda en los de 20 mm de montaje único. Para mayores calibres se consigue la cadencia deseada mediante montajes dobles o triples, pues cuanto mayor es el calibre, tanto más despacio dispara el arma.

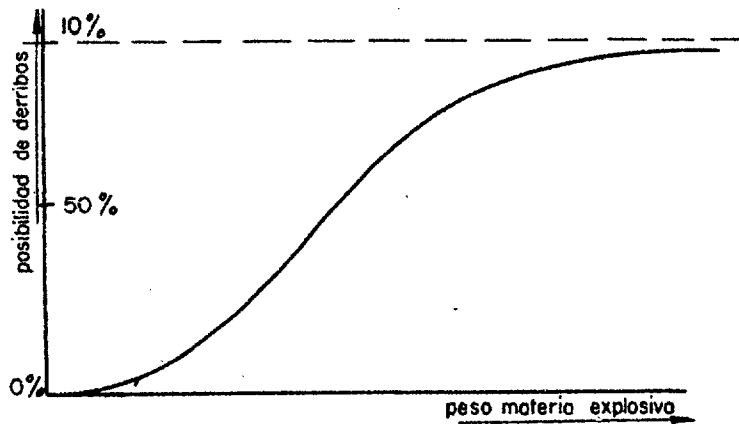
Mejoras en la munición

Este campo tampoco ha quedado rezagado. Hoy existen proyectiles incendiarios o tipo mina, pero esto no quiere decir que se haya alcanzado el límite de todas las posibilidades. Hoy se dice que las cabinas y los motores de reacción de los aviones son tan sensibles que basta un pequeño desperfecto para hacerlas inseguras en cuanto a sus posibilidades de vuelo. El ideal sería, desde luego, que con un solo impacto en cualquiera de sus partes, éste fuese derribado, impidiéndosele cumplir su cometido. Para lograr semejante seguridad habría que recurrir a calibres más pesados, lo que a su vez impondría menor cadencia y con ella menor posibilidad de hacer impacto.

La posibilidad de derribo -o por lo menos de causar los daños necesarios como para llevar al avión a una "misión muerta"-, depende de la cantidad de explosivos o de cualquier otro elemento energético que pueda ser llevada hasta el blanco en el momento de la explosión. También influye el tipo de avión. No hay unanimidad entre quienes han estudiado estos problemas para precisar, si un avión ha sido realmente dañado de forma que pueda considerársele fuera de combate. Sin embargo, el diagrama nº 4 nos muestra en qué medida depende la posibilidad de derribo del peso de las sustancias explosivas. A medida que aumenta el peso de los explosivos, se incrementan las posibilidades de derribo, llegando la curva a convertirse al final en una casi horizontal. Todo esto nos dice que para un determinado alcance y a partir de un cierto valor, carece de senti

do incrementar el peso de la carga explosiva, pues con ello lo único que se consigue es aumentar los calibres. Para un pequeñísimo incremento en las posibilidades de derribo hay que sacrificar, en mucho, la cadencia. Y un gran calibre conduciría ade-

Esquema 4: Posibilidad de derribos



Curva de la dependencia de las posibilidades de derribo en función del peso de la materia explosiva

más a una considerable pérdida en los índices de efectividad de costos.

Mejoras en los elementos de rodaje

No es suficiente mejorar armas y municiones. El arma antiaérea ha de poder seguir a la unidad a la que apoya, en el campo de batalla. Parece por ello aconsejable que se empleen fundamentalmente vehículos de cadenas para este fin. Resulta interesante observar que todos aquellos ejércitos que utilizan artillería antiaérea acorazada, lo hacen aprovechando como vehículos portadores del arma los mismos carros de combate ya utilizados en sus unidades. Por ejemplo en EE.UU. se utiliza el M 113, en Suecia el S, en Francia el AMX 13 y en Alemania el "Leopard".

El chasis tiene una gran importancia. Sirve para alojar a la tripulación, las armas, las municiones, los instrumentos para la dirección de tiro y las transmisiones. - Todo esto debe quedar, si es posible, protegido contra los efectos de las armas ABQ. -

Un arma de este tipo, para su manejabilidad, que aún está por comprobar, tiene que contar con una coraza blindada que, como mínimo, la proteja de los fuegos de fusilería y cascotes. La tripulación necesita suficiente espacio y libertad de movimientos, especialmente en las marchas, altos, durante la noche y con tiempo nublado, etc. Igualmente hay que procurar que los sirvientes puedan estar el mayor tiempo posible con las escotillas abiertas para gozar del aire libre. Esto es algo que, con frecuencia, no se ve lora debidamente.

Su dotación de munición no debe ser excesivamente grande, a pesar de que, dadas las elevadas cadencias de las armas, consume una considerable cantidad. Lo que debe intentarse es que, sin necesidad de un nuevo municionamiento, pueda combatirse el mayor tiempo posible. O, en otras palabras, que pueda combatir a un gran número de objetivos en cada uno de los cuales pueda tener una duración de combate de 2 a 2,5 segundos. Un cañón antiaéreo acorazado, con una cadencia de 1.000 disparos por minuto y una dotación de 1.000 disparos, teóricamente puede combatir durante un minuto. Pero en la práctica este tiempo se ve reducido y una duración de fuego entre los 28 y los 45 segundos que, distribuidos en intervenciones de 2 a 2,5 segundos, permite atender entre 14 y 23 objetivos.

Mejoras en los cálculos y predicciones

Condición inexcusable para alcanzar los objetivos actuales aéreos de gran velocidad son los valiosos aparatos de cálculo. Por lo que respecta a las predicciones - dadas las actuales duraciones de las trayectorias (que poco han cambiado con relación a las de la última guerra mundial) -, permiten variaciones de hasta 1.000 m. Los aparatos de cálculo no sólo han de ser precisos, sino también rápidos, trabajando de forma ininterrumpida. Hay calculadores analógicos y dígito. Ambos han dado buenos resultados prácticos. Pero el dígito tiene ventajas sobre el otro, ya que su programación es más fácil.

Para calcular la predicción, hay que introducir datos en el calculador. El sirviente fija en su alza o aparato de puntería una distancia determinada y con ello pre establece la trayectoria. Pero, con los objetivos aéreos, la distancia varía constantemente y en un segundo puede cambiar centenares de metros. Anteriormente se calculaba la distancia con un telémetro y los datos eran introducidos normalmente en función de ella. Para medir la velocidad del objetivo se recurría a su paralaje para una altura determinada y con estos cálculos tan imprecisos se calculaba la predicción. Dadas las pequeñas velocidades y recurriendo al empleo de varias armas se conseguía suficiente eficacia. Por otra parte, aunque estos métodos no fueran muy eficaces en cuanto a los derribos reales, sí lo eran por el hecho de que el avión enemigo evitaba alturas inferiores a 2.000 m, si sospechaba la existencia de cañones de 20 mm.

Hoy, hay que volar bajo para no caer en el campo del radar de alarma y exploración, sustrayéndose así a la inmediata actividad de los misiles antiaéreos. Los anteriores métodos naturalmente ya no son suficientes. Ahora la exacta medición de la distancia es algo que realiza con precisión con el calculador fijándose por medio del radar la altura y dirección. La medición de distancia se efectúa en realidad varios miles de veces en un segundo, de tal forma que la más mínima variación queda registrada y traducida a la predicción. Igualmente el radar permite calcular con precisión la altura y dirección del vuelo del avión siguiéndole de forma ininterrumpida. En función de estos datos podemos hallar los ángulos de elevación y lateral, el rumbo e, introduciendo la velocidad del avión, obtendremos la necesaria predicción. Por esta razón hoy en día no sólo carece de sentido, sino que también está prohibido en la Bundeswehr el hacer fuego o intentar corregir el tiro utilizando simplemente proyectiles trazadores. Prescindiendo de que no hay tiempo para más, también es cierto que, debido a la gran exactitud de los cálculos, no son necesarios tiempos de fuego superiores a los dos segundos. Un jefe de unidad antiaérea, bien entrenado, debe conocer la duración de cada ráfaga en función de la altura de vuelo y distancia. Las ráfagas demasiado largas suponen un despilfarro de munición; las demasiado cortas, ponen en peligro el éxito. Se encuentran en estudio calculadores que den al director de tiro la señal para abrir fuego así como la duración del mismo.

Que la duración de la trayectoria frecuentemente es mayor que el tiempo de disparo de una ráfaga, nos lo demuestra el hecho de que, a una distancia de 2.000 m, la duración de la trayectoria es 2,6 s, mientras que el tiempo de disparo para un arma de montaje doble y con un 50 % de posibilidades de impacto, es inferior a 2 segundos. Por ello, no se puede esperar a ver si se ha logrado el blanco, sino que, rápida e inmediatamente, se dirige el arma hacia otro posible objetivo. Se trata de la lucha por el tiempo en ambos bandos y al final, el triunfo es del más rápido.

Hemos hablado hace poco de los trazadores a los que había que recurrir cuando la noche hacía inútil el empleo de las perlas del predictor. ¿Tiene hoy sentido el empleo de los proyectiles trazadores? Para disparar y para corregir el tiro no es necesario recurrir a ellos, si intervienen aparatos electrónicos en los datos de puntería. Antes, con las armas antiaéreas ligeras, en la proximidad de la pieza se hallaba el llamado "calculador-predictor", el cual transmitía sus datos, de viva voz, e inmediatamente con ayuda de los trazadores, se observaba el punto de paso del avión, lo que hacía posible la corrección del tiro. ¿Para qué puede servir hoy el proyectil trazador?. Unos dicen que hace perder potencia explosiva, ya que parte de su carga ha de utilizarse en beneficio de la iluminación. Tienen razón. Otros dicen que su trazado súbito y amenazador, al ser observado por el piloto ejerce sobre éste un evidente efecto desmoralizador. También tienen razón. Pero, por el contrario, los enemigos de los trazadores aducen que precisamente, al aparecer, ponen en guardia al piloto que recurre así a medidas de defensa, con lo que disminuyen las posibilidades de impacto. Entonces cabe preguntarse ¿No es realmente un éxito defensivo que el piloto tenga que recurrir a movimientos defensivos que contribuirán a impedirle lograr su objetivo?. ¿No disminuyen realmente -

las posibilidades de éxito si con los trazadores se le "avisa" y se le hace ponerse a la defensiva?. ¿Qué ocurre con los proyectiles trazadores cuando se trata de varios objetivos simultáneos y hay escasez de armas antiaéreas?. ¿No es aquí realmente ventajoso su empleo, ya que así incluso los aviones sobre los que se hace fuego pueden comprobar la existencia de una defensa antiaérea?. Como puede verse, hay gran diversidad de opiniones. Después de hacernos una idea sobre los procedimientos de ataque, armamento de los aviones, munición, aparatos de puntería y radar, procede estudiar todo lo necesario para conseguir un arma antiaérea donde pueden ir alojados todos los aparatos necesarios.

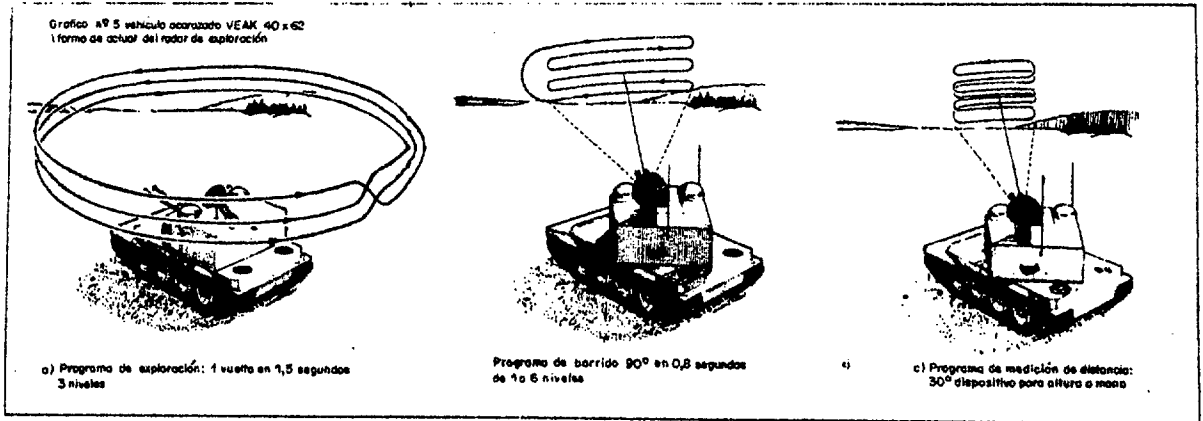
Mejoras en la exploración del espacio

Una de las premisas más importantes para el sirviente de un arma antiaérea es saber dónde se encuentran los aviones enemigos (y también, aunque en menor medida los propios), para estar en condiciones de abrir fuego oportunamente. Ningún soldado puede prestar servicio de vigilancia de forma permanente y el cambio continuo de dotaciones tampoco es realizable. Pero hay que recurrir a una vigilancia permanente del cielo realizada por determinados observadores ayudados, en lo posible, con medios técnicos. Al aparecer un avión dar la alarma, de forma que en poquísimos segundos todos los sirvientes de piezas estén en su puesto. ¿Qué innovaciones hay en esto?

En principio se dispone para la vigilancia del espacio del radar de exploración y alarma. Este aparato, desgraciadamente y debido a los accidentes del terreno, capta solamente a los aviones que vuelan a gran altura, lo que -a pesar de hacerlo a gran distancia-, no tiene demasiado interés para el combatiente del ejército de tierra. Existen las compañías de vigilancia del espacio, dotadas de medios audio-visuales y pertenecientes al ejército del aire. Estas pueden detectar la presencia de aviones a baja altura. Sus informes son muy útiles si está asegurado el que pueda permitirse con la adecuada rapidez, lo que es técnicamente posible. Demos un ligero repaso a la técnica del radar.

Las ondas del radar se propagan exactamente igual que las luminosas y se reflejan cuando encuentran un objeto. Por ello, si se mide el tiempo que es necesario para que la onda alcance un objeto, y el que se necesita para que dicha onda reflejada vuelva al elemento emisor, obtendremos la distancia al objetivo. Pero aquí, claro está, no nos interesa que se reflejen en las pantallas los ecos del suelo sino solamente los de los blancos móviles. Para conseguirlo, hay que lanzar las ondas a gran altura, con lo que se pierde la detección de los aviones en vuelo bajo, o recurrir a procedimientos especiales, para impedir la detección de los ecos del suelo sobre las pantallas.

El tamaño del objeto detectado se expresa en decibelios (db). El db es la expresión logarítmica de la relación entre el tamaño del objeto detectado en la pantalla y sus dimensiones reales. Así, si decimos 20 db, queremos expresar que la señal es 1/100



del tamaño del objeto detectado. Igualmente, 40 ó 60 db significan, respectivamente, una relación de 1/10.000 y 1/1.000.000. En cuanto a las huellas marcadas sobre las pantallas del radar (ver figura 6), hay dos sistemas: el llamado MTI (Moving Target Indication) con el que se consiguen trazos de 25 a 30 decibelios y el sistema "doppler" (1) con el que se consiguen entre 50 y 60 db.

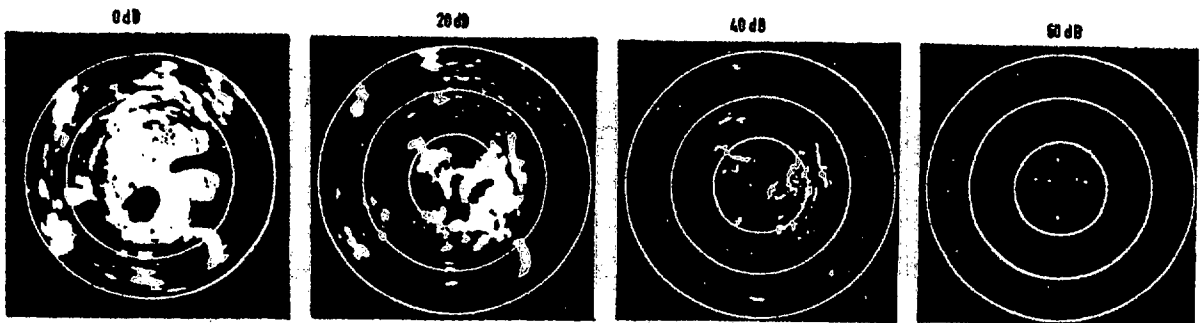


Foto 6, Distintos tipos de trazos sobre pantallas radar

Las detecciones con el radar de aviones en vuelo bajo son posibles siempre - que éste se encuentra en un eje óptico respecto al radar. La ventaja de este radar, para los sirvientes de las piezas antiaéreas, es extraordinaria, pues la seguridad en la captación de aviones en vuelo bajo es muy grande. Los aparatos existentes permiten alcanzar distancias de 30 km, suficientes para proporcionar un tiempo de alarma de 120 segundos.

(1) Basado en el "efecto Doppler" o cambio aparente del tono cuando se altera la distan-
tancia (por aproximación o alejamiento) entre el observador y la fente de emisión
acústica.

Con la permanente exploración del espacio aéreo mediante el radar y los puestos de observación aérea, el sirviente obtiene sin embargo los valores que él en realidad necesita. Por esto se comprende que sólo una red radio abundante en medios, está en condiciones de transmitir las situaciones aéreas en cualquier lugar con rapidez y amplitud. Para ello es también necesario establecer puestos intermedios de recogida y valoración de noticias, que sólo dejen seguir adelante aquellas noticias de utilidad para cada unidad antiáerea. Las noticias procedentes de puntos muy distantes, incluso del extranjero, requieren una adecuada reducción de datos a la situación topográfica o geodésica de cada uno de los distintos lugares; lo que se hace precisamente en estos centros, utilizando generalmente el sistema de cuadrículado, UTM y calculadores automáticos de paralajes, valorándose igualmente el grado de peligro aéreo para cada zona. Así, por ejemplo, las informaciones sobre unidades aéreas que vuelan a gran altura carecen generalmente de interés para el ejército de tierra.

Además de lo descrito hasta ahora, hay las siguientes posibilidades técnicas: la medición de ángulos y distancias puede hacerse con rayos infrarrojos en vez de radar, o bien con laser. Estos procedimientos tienen las desventajas de no poder funcionar en malas condiciones meteorológicas (niebla, nubes o excesiva calina). En cuanto a las ventajas que ofrecen, es cosa que sólo el futuro decidirá.

Resumamos qué equipo es necesario para reconocimiento, entrada en fuego y movimiento, dentro del vehículo blindado:

- Cañones
- Munición
- Radar de exploración
- Radar de persecución y conducción al blanco
- Sistema de identificación amigo-enemigo
- Aparatos de puntería
- Equipos de radio de distinto alcance
- Centro de evaluación de información sobre el espacio aéreo
- Calculador de paralajes
- Transmisiones internas para la tripulación
- Dispositivos necesarios para la marcha del vehículo acorazado

- Conexión de transmisiones con el exterior.

El ideal sería poder alojar todo ello en un solo vehículo, teniendo también en cuenta la necesidad de protección ABQ del vehículo y la conveniencia de que sea anfibia. El que sea posible alojar todos estos elementos en un solo vehículo, depende de diversos factores. En primer lugar surge el problema técnico de construir todos estos elementos en dimensiones tan reducidas como para poder alojarlos en un solo vehículo. En realidad, modernamente se han hecho grandes progresos en la reducción de volumen de aparatos, especialmente en el campo de las transmisiones. Por otra parte, aún no se ha demostrado prácticamente si el funcionamiento contiguo de aparatos altamente perfeccionados produce o no interferencias. Finalmente, surge el problema de personal. ¿Cómo reunir tanto aparato para que sea servido por muy escaso personal?. Aparte del problema de espacio, se presenta el de lograr personal calificado para atender al manejo de dos o más sistemas distintos, además de su cuidado y entretenimiento.

Puntos de vista sobre su empleo táctico

Hemos visto hasta ahora las posibilidades que el campo de la industria puede ofrecer a la defensa antiaérea. Ahora vamos a exponer los puntos de vista tácticos en cuanto a exigencia y necesidades así como posibilidades de empleo. En principio, destacan los cometidos principales que las unidades antiaéreas del ejército de tierra han de cumplir apoyando tanto a elementos móviles como fijos.

Para proteger unidades móviles, durante la marcha o durante el ataque, es necesario que el arma antiaérea tenga la misma, sino mayor movilidad que la unidad que protege. Puesto que, en general esto no es posible técnicamente, sólo podremos lograrlo si la dotación de las armas antiaéreas utiliza el mismo vehículo del combatiente a quien apoya y es capaz de intervenir a nivel de muy pequeña unidad, por ejemplo sección (3 ó 4 vehículos van mucho más rápidos que una unidad de 20, 50 ó más). Para la protección de objetivos fijos esta movilidad es también suficiente.

¿Cuál es la técnica necesaria para el empleo móvil?. Hemos visto que el piloto enemigo, para el ataque a objetivos fijos, suele utilizar un sistema de navegación ya establecido de antemano, mientras que, para atacar a objetivos en movimiento, suele necesitar primero descubrirlos y después atacarlos; es decir, le es necesario un segundo sobrevuelo. Para la protección de objetivos móviles durante el propio movimiento es suficiente -por regla general- un radar de exploración de no mucho alcance, un radar de persecución y conducción al blanco, así como también un sistema de reconocimiento amigo-enemigo, para poder conocer anticipadamente el peligro. Pero el radar de exploración sólo podrá cumplir su cometido si es capaz de seguir su actividad de exploración tanto en las fases de transporte del vehículo como durante el fuego. De lo contrario, hay que utilizar otro radar que sea capaz de utilizarse en la exploración y la persecución de objetivos.

Normalmente, no deben esperarse alarmas anticipadas a largo plazo, procedentes de centros situados a muy grandes distancias, ya que los acontecimientos que afectan e interesan a este tipo de unidades se desarrollan siempre en el marco inmediato al frente. Todo vehículo acorazado antiaéreo debe bastarse a sí mismo. Hay que desechar la posibilidad de alarmas muy anticipadas. Otro problema a considerar permanentemente es la posibilidad de grandes espacios muertos como consecuencia de malas posiciones de fuego, lo que puede traer consigo el que muchos aviones enemigos queden imbatidos o que varias armas concentren sus fuegos sobre el mismo avión, dejando libres la acción de los demás.

La ventaja del sistema que aquí propugnamos está en que cada vehículo acorazado antiaéreo pueda actuar en completa independencia. Cada uno explora el espacio, capta sobre su pantalla el blanco y su relación topográfica y cinemática con él, ni que sea necesaria ninguna deducción de datos, siendo por otra parte fácil el paso de la utilización del radar de exploración al de persecución en cada uno de los vehículos.

Las desventajas de este sistema automático residen en la pérdida de enlace con el mando respectivo y en que una repartición de objetivos resulta casi imposible, ante un ataque realizado simultáneamente por varios aviones. Por otra parte, los espacios muertos surgidos como consecuencia de las condiciones del terreno, son puntos peligrosos, especialmente durante la marcha sobre terrenos muy cubiertos, donde prácticamente estos vehículos son ciegos. Con relación al radar de exploración, a no ser que se trate de uno del tipo "doppler", los objetivos captados son desconocidos y su identificación sólo puede realizarse cuando se ha efectuado la conexión del radar de persecución, lo que supone la pérdida de instantes valiosos. En el caso de una posible segunda pasada por parte del avión que haya descubierto un objetivo imprevisto para atacarlo, es necesario que el vehículo gire la torreta para poder detectar su amenaza, con lo que de nuevo se pierde tiempo.

Mayores son aún las exigencias técnicas de la defensa antiaérea cuando se trata de la protección a objetivos fijos. Son más fáciles de reconocer por el enemigo; su extensión es casi siempre mayor y su situación, generalmente conocida por aquél. Intentará éste siempre sorprender al objetivo en una sola pasada. Por esto se necesitarán: un tiempo de alerta, un cinturón de seguridad sin espacios muertos y un número de armas tales que permitan combatir simultáneamente y con éxito ataques de varios aviones. Precisamente hay que dar gran importancia a la repartición de objetivos.

Para conseguir que esta alarma, sea lo más adelantada posible se utiliza un vehículo acorazado antiaéreo, de mando, dotado de una pantalla de radar donde se detectan los aviones a una distancia tal que permita proporcionar el tiempo necesario a cada una de las armas antiaéreas. Posiblemente habrá que utilizar varios de estos vehículos de mando para que se complementen entre sí. En cuanto a su establecimiento sobre el terreno se efectuará sobre la base más adecuada para la detección de aviones y no en función de la efectividad de las armas antiaéreas. Estos vehículos de mando

transmiten los datos de los aviones (separadamente, según sean amigos o enemigos) o los vehículos acorazados antiaéreos, quienes entonces utilizan sus radares de persecución. Para que esto pueda realizarse sin interrupción tiene que existir un número suficiente de enlace radio. En caso de un ataque masivo, puede realizarse una distribución de objetivos. Llamemos a este sistema de empleo "sistema de mando centralizado"; es decir, - que en él existe una cierta cohesión. De esta forma se consiguen ciertas ventajas especialmente en movimiento. La ventaja está en que el carro especial de mando antiaéreo pueda ser equipado con todo lo necesario para la exploración del espacio aéreo y valoración de la información aérea; todo ello dentro de unas mejores condiciones de espacio para el desenvolvimiento de las actividades de los sirvientes. Pocos soldados bien instruidos pueden obtener una visión muy general y completa del espacio aéreo; no desde los mismos vehículos que han de realizar el fuego, sino desde puntos elevados, con una excelente visión total. Desde allí no sólo se puede informar oportuna y continuamente a los carros subordinados respecto a la presencia de aviones amigos o enemigos, sino que se puede atender a la distribución de objetivos. La división en cometidos de mando y de fuego evita un exceso de municiones en los sirvientes, lo que es muy importante dado el reducido tiempo de su instrucción.

El sistema de identificación de avión amigo-enemigo, mediante el empleo de estos vehículos de mando, disminuye el peligro de que surja una información falsa en dicha operación, como es más fácil que ocurra si se consideran espacios aéreos mucho más reducidos que pueden ser sobrevolados por varios aviones. En el caso de que falle uno de los carros de mando, su acción puede ser realizada por otro. Además, los vehículos acorazados antiaéreos pueden incluso explorar el espacio con ayuda del radar director de tiro en la dirección principal, tanto en dirección como en altura.

Un cometido especial, en el campo táctico, para las armas antiaéreas es el de lograr la sorpresa sobre el enemigo aéreo. Han de poder emplearse no sólo en la defensa de objetivos importantes, sino también en todas partes. Para estos efectos de sorpresa es muy adecuado el sistema de "mando centralizado", si bien ~~normalmente~~ la escasez de armas antiaéreas lo hará casi prohibitivo. Con el citado sistema, el mando antiaéreo garantiza una total exploración del espacio, mientras que los vehículos acorazados pueden realizar los necesarios cambios de posición, sin perder por ello en lo más mínimo su vigilancia. El inconveniente de este sistema está en el paso de los datos de tiro de los carros de mando a los que realizan el tiro antiaéreo. Para este fin son necesarios, aparte de unas transmisiones de radio sin interferencias, un calculador de paralajes para la deducción de datos. Todo esto exige, para que se pueda conseguir la exactitud requerida, dotar a los vehículos de unos instrumentos de gran precisión para determinar sus direcciones de marcha y situaciones relativas. Otro inconveniente de este sistema centralizado es que, en caso de fallo de un radar de exploración en un carro de mando, si bien es posible que cada uno de los carros subordinados explore el espacio, sólo puede hacerlo de manera limitada.

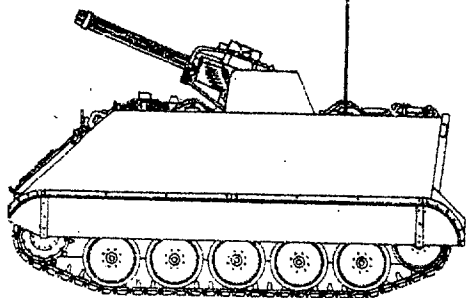
El ideal sería buscar una combinación de los dos sistemas de empleo: el autónomo y el centralizado siempre que se disponga del siguiente equipo:

- Un vehículo blindado de mando, equipado con un radar de exploración de 360° y 30 km de alcance, dotado de armamento para su autodefensa y de un buen sistema de transmisiones radio, que permitiese la captación de información aérea y su remisión a los vehículos antiaéreos; un sistema para la valoración e inmediata explotación de noticias sobre la situación aérea, transmitidas a los vehículos subordinados. Aquí habría que incluir un sistema de identificación amigo-enemigo.
- Un vehículo acorazado antiaéreo con un radar de exploración de unos 15 km, un radar de persecución del blanco con un alcance de 10 km, una pantalla en donde se represente la situación aérea dada por el carro de mando, un armamento de la cadencia más rápida posible y alcance de 3.000 m que permita la máxima eficacia de tiro. En cuanto al calibre habría que considerar lo relativo a la dotación y economía de consumo en relación con la eficacia.

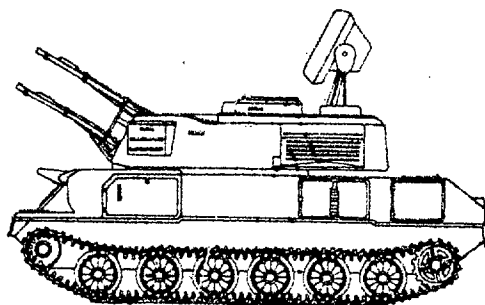
Aquí hemos intentado consignar las posibilidades técnicas esenciales para el desarrollo de una moderna arma antiaérea en el campo de batalla. El soldado ha de intentar agotar todas las posibilidades que se le ofrecen, ya que en caso contrario no conseguirá un aprovechamiento satisfactorio del arma. Estas soluciones que hemos preconizado últimamente son sin duda muy costosas y presuponen una alta preparación técnica de los sirvientes tanto para el empleo del sistema como para su mantenimiento, reposición y explotación. Junto a estas soluciones ideales hay otras de realización más sencilla y que igualmente prometen alcanzar éxito, como por ejemplo:

- Dotar a los vehículos acorazados antiaéreos con radares para la captación de objetivos. Para combatirlos se pueden dotar a las armas de aparatos de puntería. Esta solución requiere buena visibilidad atmosférica.
- La combinación de carros de mando y carros de tiro antiaéreo. Los últimos vehículos solamente se dotan de radar de persecución del blanco.

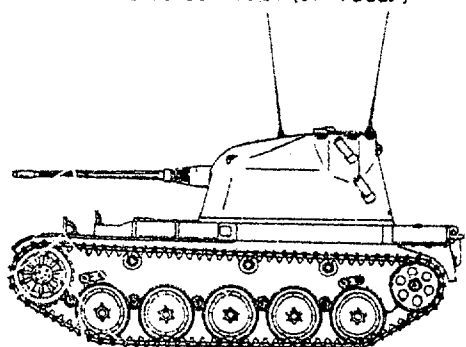
La habilidad que han de tener todos los responsables de la elección consiste en que sepan elegir dentro de las muchas posibilidades que les ofrece la moderna técnica, aquellos elementos más importantes para la lucha antiaérea. En cierto modo actualmente, se puede conseguir casi todo y por ello el que decida puede dar un gran paso en la solución de estos problemas. El ejército de tierra que consiga transformar en realidad la mejor solución en un plazo de tiempo aceptable, puede sentirse seguro bajo su techo antiaéreo, siempre que exista la debida proporción entre las unidades acorazadas y los vehículos acorazados antiaéreos.



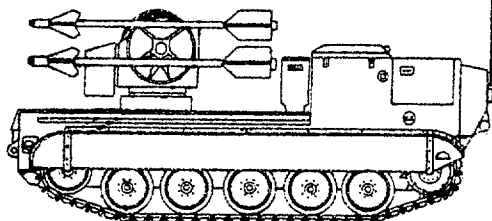
El vehiculo acorazado antiaereos XM-163 Vulcan 1967 (sin radar)



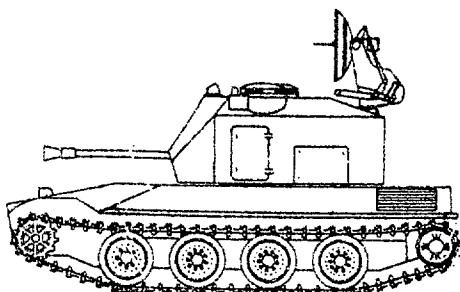
El vehiculo acorazado antiaereo ZSU-23-4



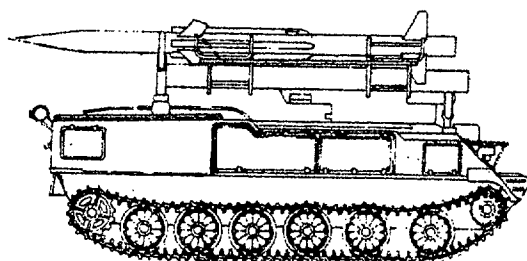
El vehiculo acorazado antiaereo AMX DCA 30, prototipo 1966 (sin radar)



El vehiculo acorazado lanzamisiles antiaereos XM-548 Chaparral



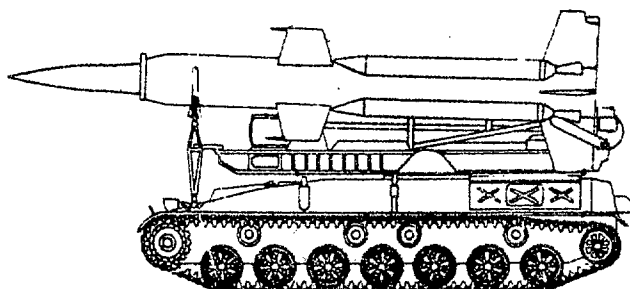
El vehiculo acorazado antiaereo VEA-40x62 Prototipo 1967



El vehiculo acorazado lanzamisiles antiaereos GAINFUL



El vehiculo acorazado antiaereo ZSU-57-2



El vehiculo acorazado lanzamisiles antiaereos GANEF