

ARMAMENTO AÉREO



Nelson Bravo Gasparri
Coronel de Aviación (I)



El Coronel de Aviación (I) **Nelson Bravo Gasparri**, nació en Santiago el 05 de febrero de 1964, sus estudios de enseñanza básica y media los realizó en el Instituto Sagrado Corazón de San Bernardo. Con 18 años en 1982 ingresa a la Institución, recibiendo su nombramiento de Alférez el 01 de Enero de 1985, luego en 1987 recibe el título profesional de Técnico Mantenimiento de Aeronaves. En 1991 contrae matrimonio con la Srta. Marcela Osorio Tepper, del cual nace su hija Mackarena en 1993. Posteriormente de cursar cinco años en la Academia Politécnica Militar del Ejército, recibe en 1994 el título de Ingeniero Politécnico Militar mención en Armamento.

A partir del año 1995 y hasta el 2007, se desempeña en la Subdivisión de Armamento del Comando Logístico, en donde le corresponde liderar proyectos tales como: extensión de vida útil de los misiles Python III y Mistral, extensión de vida útil de municiones aéreas y antiaéreas, participación en el proceso de adquisición de misiles Python IV, municiones, cohetes y bombas de aviación. En ese periodo realiza los cursos de Informaciones (1998) y Asesor de Estado Mayor (2003). Asimismo, obtiene el Diploma y el Magister en Gestión de Calidad, en 1997 y en 2003 respectivamente, en la Universidad de la Frontera.

Entre los años 2007 y 2015 se desempeña en la División de Educación, etapa de su carrera en la cual obtiene el Título de "Profesor Militar de Academia" en la Academia Politécnica Aeronáutica en el año 2009, fecha desde la cual y hasta hoy, aporta a las nuevas generaciones de Oficiales y Personal de Cuadro Permanente como Profesor en asignaturas relacionadas con el ámbito del armamento tanto en la Escuela de Aviación, como en la Academia Politécnica Aeronáutica y en la Escuela de Especialidades, en los diferentes cursos a los que ha sido convocado.

En la actualidad es Director de la Escuela de Perfeccionamiento de Suboficiales "SOM Oscar Ossa Galdames" y Comandante de la Guarnición Aérea El Bosque.

ARMAMENTO AÉREO

Nelson Bravo Gasparri
Coronel de Aviación (I)

Impreso en Chile

ISBN: 978-956-398-237-4

RPI: A 295.675

Diseño de portada e ilustraciones

Sr. Raúl Avezon Cifuentes

Diagramación

Carlos Pincheira Barriere

Edición de 25 ejemplares

IMPRESO EN GRÁFHIKA

Septiembre de 2018

*A mi esposa Marcela, a quien le
manifiesto todo el amor y reconocimiento
por su apoyo incondicional a mis proyectos.*

AGRADECIMIENTOS

A las Profesoras Sra. Fabiola León Barrientos y Sra. Marion Zúñiga Tobar, quienes incentivaron y apoyaron al autor para desarrollar esta obra en beneficio de la formación profesional de Cadetes y Alumnos de las Escuelas Matrices de la Fuerza Aérea de Chile y a quienes deseen iniciar el estudio de este tema.

A los integrantes del Arsenal Naval de Talcahuano, quienes tuvieron el profesionalismo para traspasar conocimientos y experiencias al desarrollo de trabajos del área entre la Fuerza Aérea y la Armada, durante la primera década del siglo XXI, en el área de Armamento.

Al Comandante de Grupo (I) Julio Monroy Albornoz y al Comandante de Escuadrilla (I) Leonel Zepeda Lamiothe por los conocimientos y experiencia que poseen y entregaron desinteresadamente a este Autor.

A los señores Raúl Avezón Cifuentes y Carlos Pincheira Barriere por su importante aporte en el diseño gráfico de este libro, con sus ilustraciones y diagramación del texto.

PRÓLOGO

El objeto de la presente publicación, como su título lo establece, "Armamento Aéreo", es entregar los conocimientos básicos iniciales de esta área, asociada al quehacer de los profesionales del Arma Aérea; cadetes de Escuela de Aviación y alumnos de la Escuela de Especialidades en primer término como una forma de entregarles o que adquieran un conocimiento inicial de este tema y complementando su formación profesional como futuro Oficial y Suboficial de la Fuerza Aérea, así como para todos aquellos interesados en iniciar el conocimiento de este apasionante ámbito.

Es necesario señalar que esta obra es una recopilación que integra, en términos sencillos, variados conceptos vertidos en diferente literatura, la cual es limitada y escasa, sobre todo en idioma español, a objeto de comprender el tipo de armamento que puede portar una aeronave, indicando su definición, funcionamiento, componentes principales, clasificaciones de éstos y características propias de los cañones, explosivos, municiones, cohetes, misiles, bombas de aviación y pirotécnicos, acompañados de una explicación de las materias energéticas que permiten, según sea el caso, propulsarlos y producir daño o destrucción en el blanco que es batido.

La propuesta de este trabajo, es entregar una publicación de carácter didáctico, complementada con imágenes de variadas figuras, fotografías recopiladas a través de los años y esquemas explicativos, todo lo cual permite al lector la comprensión e integración de la terminología técnica al bagaje personal de quien consulta estas líneas.

El Autor

Santiago, 30 Septiembre 2018

ÍNDICE

Capítulo I	
DESARROLLO HISTÓRICO.....	1
Capítulo II	
MATERIAS ENERGÉTICAS QUÍMICAS.....	23
Capítulo III	
CAÑONES DE AVIACIÓN.....	31
Capítulo IV	
MUNICIONES.....	41
Capítulo V	
COHETES.....	51
Capítulo VI	
MISILES.....	63
Capítulo VII	
BOMBAS DE AVIACIÓN.....	85
Capítulo VIII	
PIROTÉCNICOS.....	107
PALABRAS FINALES.....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	117
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	119
LISTA DE IMÁGENES Y FOTOGRAFÍAS.....	123



CAPÍTULO I

DESARROLLO HISTÓRICO

1.1.- ORÍGENES

**La primera arma del hombre no fue la mano,
tampoco fue la piedra...
fue su cerebro.**

En el tránsito evolutivo de primate a Hombre, el desarrollo de la razón y de la conciencia de sí mismo, traen consigo que el ser humano utilice su inteligencia para sobrevivir, logrando permanecer y perpetuarse como especie en la Tierra.

De manera instintiva el Hombre busca conservarse y preservarse como especie por lo cual promueve imperiosamente, como forma natural de defensa, la formación de grupos humanos (familias y clanes).

Asimismo, la razón humana contribuye con el descubrimiento de la agricultura, la domesticación de animales y la invención de la rueda, lo que trae consigo el sedentarismo y con ello el desarrollo del ordenamiento y construcción de la organización social, complejizado al pasar el tiempo con el aumento de la población.

En ese sentido, la defensa del territorio y de las primeras viviendas, se constituye en una preocupación del Hombre, por lo que suma a su fuerza física el uso de herramientas que le sirven como armas de defensa y ataque, construidas gracias a su inteligencia y creatividad y a su afán por mantenerse vivo sorteando los peligros del entorno. Las piedras, ramas de árboles y huesos, no tan sólo ayudan para producir fuego, arar la tierra o cazar, son herramientas cuya finalidad las transforma en armas.

Durante la Prehistoria, la piedra fue una valiosa herramienta usada como extensión de la mano, a la cual se le sacó un filo cortante más ramas de árboles y huesos de animales muertos, constituyen una básica sofisticación que dio origen a lanzas, hachas, arpones y otras que se mencionan a continuación.

Los hallazgos arqueológicos permiten inferir que hace un millón de años aproximadamente, el Hombre construye lanzas, hachas, garfios y anzuelos, entre otros (Figura 1.1). Asimismo, fabrica utensilios domésticos y domestica animales que le aportan alimentos y el perro pasa a ser su fiel compañero. Mucho tiempo después llega a pulir la piedra y a darle formas concretas, y lo mismo hace con el hueso y la madera.

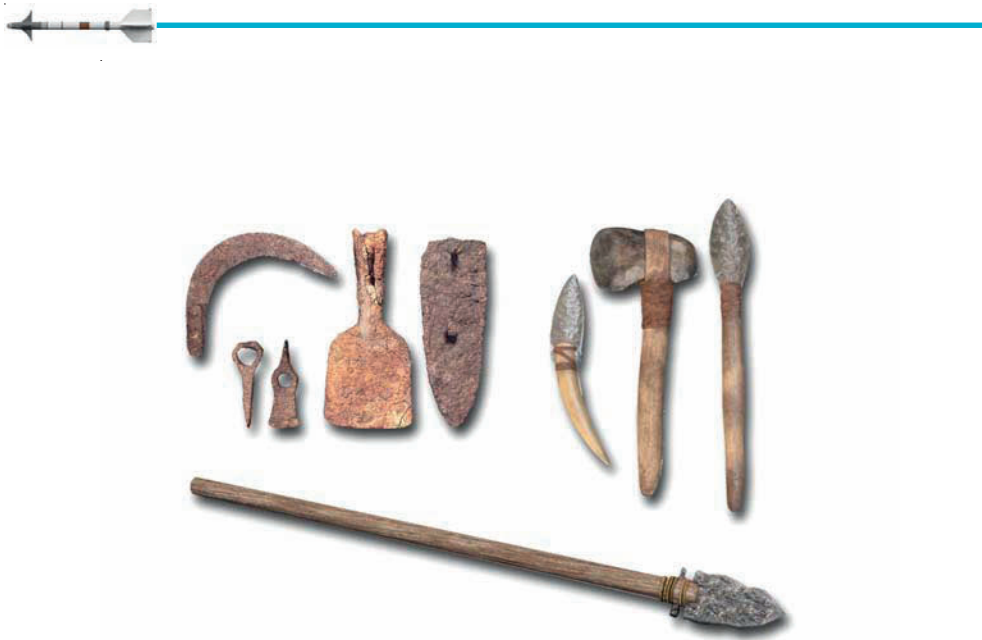


FIGURA 1.1
ARMAS PREHISTÓRICAS

El uso de los metales y su incorporación en las actividades humanas, también influye decisivamente en la confección, desarrollo y perfeccionamiento de las armas para la infantería y la caballería, lo que influye en las tácticas empleadas en los combates que se llevan a cabo.

1.2.- EDAD ANTIGUA

Existen antecedentes que indican que en Mesopotamia, alrededor del año 3.000 A.C. los sumerios desarrollan armaduras hechas de cuero, cobre y bronce, siendo las principales armas el arco y la lanza. Sumado a ello, la movilidad de sus tropas proporcionada por carros tirados por caballos, primero de cuatro y posteriormente de dos ruedas.

En Egipto, el ejército del faraón combate principalmente a pie, los soldados protegidos por grandes escudos de madera y armados con arcos, lanzas y hachas, enfrentan al pueblo Hicso en su intento de dominar Egipto. Esto produjo en el tiempo un cambio en la tecnología de las armas, los cascos, armaduras y espadas se vuelven más comunes y el carro tirado por caballos proporciona una plataforma de tiro con arco altamente móvil.



Las guerras acaecidas en la Grecia clásica apuestan en la reciedumbre de los hoplitas, soldados de a pie fuertemente armados con lanzas y espadas, protegidos por grandes escudos, cascos de bronce, rodilleras y corazas de bronce y cuero. Los hoplitas luchan como falange, agrupación que maximizaba su protección mientras les permite usar sus lanzas y hondas.

Con el fortalecimiento del Imperio Romano, el ejército se constituye en la máquina óptima de combate del mundo antiguo, con tropas altamente disciplinadas, bien entrenadas y generalmente bien dirigidas. El legionario, denominación dada al soldado de a pie romano, está equipado para cualquier tarea que se le encomiende. El ejército romano aplica una forma de luchar similar a la empleada por los griegos, pero agrega tropas ligeras en que encuadra a arqueros, lanzadores de lanzas y caballería, como una forma de apoyar el accionar de los soldados de a pie, en sus maniobras de formaciones cerradas.

Esto permanece casi sin alteraciones durante las épocas de esplendor de la cultura griega y romana, extendiéndose hasta la Edad Media sin un desarrollo significativo en este ámbito, manteniendo el uso de lanzas, arcos, espadas, hondas, cascos, escudos, armaduras y rodilleras, entre otras armas y elementos de protección, apoyándose tanto en el uso de carros tirados por caballos como de caballería principalmente.

En estas luchas, la infantería es quien decide el combate y la caballería es empleada como un elemento colaborativo en la consolidación de las acciones en el campo de batalla. Considerando que el enfrentamiento entre los bandos en pugna, no importando la cuantía de sus huestes, era siempre cuerpo a cuerpo, requiriendo del combatiente una gran destreza y fuerza de modo de aventajar al adversario de menor resistencia física. Por esta razón y como una forma de evitar en lo posible el enfrentamiento directo, se inventan las armas de tiro como la honda, el arco, la jabalina y las máquinas de guerra como la conocida catapulta y ballesta donde se aprovecha la elasticidad de diversos materiales para lanzar piedras, flechas y fuego.

1.3.- EDAD MEDIA

Durante la Edad Media se desarrollan nuevos instrumentos de combate y se perfeccionan las armas defensivas, cubriéndose con pesadas armaduras hombres y caballos. El acontecimiento más destacado de esta época en Europa, es el uso de la pólvora negra en petardos detonantes e incendiarios a través de catapultas y otras máquinas de guerra, creadas por el Hombre con el fin de aumentar su poder bélico en el campo de batalla.



A mediados del Siglo XIV aparecen las primeras piezas de artillería, en que la pólvora se ocupa como fuerza motriz para el lanzamiento de proyectiles, ejemplo de ello es la bombardas y el mortero de gran diámetro, los que se constituyen como las primeras de este género, éstas consisten en simples tubos de bronce fundido o de hierro forjado, cerrados por un extremo y montados en caballetes, el ánima o parte hueca del tubo es lisa y lleva en el extremo posterior una recámara u orificio llamado oído, lugar en que se coloca la pólvora a cebo para ser encendida por un fierro caliente.

Las primeras armas portátiles sólo difieren de las piezas de artillería en el tamaño y se denominan bombardas de mano, culebrina o escopeta, según sus dimensiones se ocupan soportes especiales para resistir el culatazo, tales como horquillas y pecheras; la carga de pólvora negra, el taco de retención de ésta y el proyectil se introducen por la parte anterior o boca, llamándose por esta causa de ante carga o avancarga, el proyectil es una bala esférica de plomo disparada con poca fuerza, en que el efecto era más bien moral que mortal.

El perfeccionamiento más importante de esta época es la adaptación de una caja de madera semejante a la usada en la ballesta que elimina el peso considerable de los accesorios empleados.

Esta nueva arma se llamó arcabuz y es el punto de partida de las que siguieron, como el mosquete y trabuco.

1.4.- EDAD MODERNA

La Edad Moderna se caracteriza por el perfeccionamiento de las armas de fuego, producto de los procesos alcanzados en la metalurgia del fierro y del acero. Esta época se caracteriza por la evolución de las siguientes armas:

- 1.4.1.- Armas de Mecha, Siglo XV
- 1.4.2.- Armas de Chispa, Siglo XVI
- 1.4.3.- Armas de Pistón o Percusión, Siglo XVIII
- 1.4.4.- Armas de Retrocarga, Siglo XIX
- 1.4.5.- Armas de Repetición, Siglo XIX

1.4.1.- ARMAS DE MECHA

Llamadas así por el empleo de una mecha para iniciar la inflamación en el cebo de la carga colocada en la cazoleta y en el oído de la recámara.



Una mejora de este sistema, es la invención del serpentín. Pieza metálica en forma de S, unida por un eje al arma cuya parte superior disponía de dientes para apretar el trozo de mecha; una vez encendida ésta, un movimiento de vaivén producido por la acción de un disparador, aplicaba en el momento oportuno, fuego al cebo de la cazoleta, produciéndose el disparo (Figura 1.2).



FIGURA 1.2
MOSQUETE DE MECHA

1.4.2.- ARMAS DE CHISPA

Debido a que la mecha al ser afectada por la humedad, no permite su empleo en días de lluvia, neblina o nieve, se inventa en Alemania a fines del Siglo XVI una llave de rueda, que consiste en una rueda de acero dentada unida por una cadena a un potente muelle que se pone tenso por medio de una llave. Al accionar el disparador el muelle hace girar rápidamente la rueda contra un pedazo de piedra de pedernal colocado entre los dientes de un pequeño soporte, produciendo chispas que inflaman la carga (Figura 1.3).

El sistema de chispa se usa en las armas portátiles por más de dos siglos y a la nueva arma se le da el nombre de fusil, derivada de “focile” vocablo italiano que quiere decir piedra de fuego.

En los fusiles se corrige la forma de la caja, dándole cierta inclinación a la culata, las balas de forma esférica son reemplazadas por otras de forma ojival y el volcamiento de ellas se elimina al introducir en los fusiles el rayado interior del cañón, el que proporciona al proyectil un movimiento de rotación y lo estabiliza durante su trayectoria al blanco.



Asimismo, el grano de la pólvora se hizo más fino y uniforme lo que además de dar resultados más regulares en el tiro, suprime el uso de pólvora especial para cebar el arma.



*FIGURA 1.3
DISPARO CON USO DE PEDERNAL*

1.4.3.- ARMAS DE PISTÓN

El descubrimiento de sustancias explosivas que detonan por golpe, como el conocido Fulminato de Mercurio, sugiere la idea de aplicarla a la inflamación de una carga de proyección, inventándose en Inglaterra la llave de percusión y la cápsula fulminante, reemplazando al disparador de las armas de chispa por una pieza semejante, pero sin dientes que se llamó percutor o martillo. Este sistema de armas constituye un verdadero progreso para la época por su eficacia. La proporción de fallas pasa de 1 en 15 para el arma de chispa, a 1 en 300 para el arma de percusión (Figura 1.4).

A mediados del Siglo XIX, lo más avanzado en armamento individual de los ejércitos es el fusil de avancarga, con llave de percusión, caño de ánima lisa y un calibre en torno a los 14,7 mm de diámetro, además ya cuentan con miras fijas y un alcance muy respetable.

1.4.4.- ARMAS DE RETROCARGA

A pesar del perfeccionamiento alcanzado, subsiste la separación de los elementos fulminante (iniciador), pólvora, taco y bala. Para salvar estos inconvenientes,



se idea cargar el arma por la recámara. La reducción del calibre de 15,5 mm a 11 mm facilita la construcción del cartucho de metal usándose el cobre y el latón. En los tipos Floberets se coloca el fulminante en el reborde del culote y se denomina “de fuego circular” y en aquellos en que de preferencia se coloca en el centro del culote, se llama “de fuego central” siendo utilizado en las armas de fuego sobre el cual golpea el percutor del arma activando el propelente.



FIGURA 1.4
ARMA DE PERCUSIÓN

1.4.5.- ARMAS DE REPETICIÓN

La idea de un arma que permitiera varias cargas capaces de dispararlas sucesivamente, lleva a los norteamericanos a crear durante la Guerra Civil de 1861, los conocidos Winchester con depósitos tubulares, Colt con depósitos giratorios y el Lee con cajetilla metálica, los que logran aumentar considerablemente la cadencia de tiro en este tipo de armas.

1.5.- ÉPOCA CONTEMPORÁNEA: USO DEL ACERO

Posterior a los inventos descritos, en la Época Contemporánea destacan tres innovaciones: la pólvora sin humo, la reducción del calibre y aquellas armas que pasan a identificarse como armas automáticas.



1.5.1.- PÓLVORA SIN HUMO

En la época, el principal problema en las armas de fuego está en el calibre y en la pólvora. Los cartuchos pesan demasiado y al disparar denuncian la presencia del tirador por el humo que produce la combustión de la pólvora. La pólvora negra a pesar del alto grado de perfeccionamiento alcanzado no otorga grandes velocidades sin tener que desarrollar presiones y retrocesos intolerables.

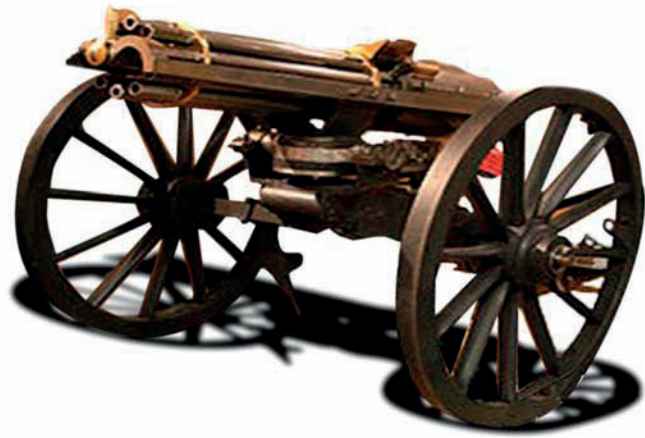
Las investigaciones del ingeniero francés Veilleen el año 1886 sobre el algodón pólvora explosiva descubierto años antes, le permite obtener una sustancia que reúne las condiciones deseadas, para luego integrarlas a los cartuchos ocupados en las armas de fuego y que adopta el nombre de pólvora sin humo, siendo sus características principales gases incoloros, vapores tenues o invisibles a la distancia y presiones moderadas, que son el resultado de la combustión de este tipo de pólvora. Pronto fueron aprovechadas las cualidades de esta pólvora reduciendo el calibre de 11 a 8 mm, de 7,65 a 7 mm y de 6,5 a 6 mm, obteniéndose velocidades cada vez mayor, pero a medida que disminuye el calibre aumentan las presiones hasta hacer daños en el arma, estableciéndose que el calibre de 7 mm, reúne mejores condiciones balísticas y de servicio.

La alta velocidad dada al proyectil por los gases de la pólvora sin humo y la reducción del calibre, hacen que el plomo de la bala no resista el roce violento con más paredes de las estrías en el tubo del arma, depositando residuos de plomo en las paredes de rayado, con lo cual aumentan las presiones y vibraciones. Para ello, es necesario cubrir las balas con otro metal más resistente, empleando en su fabricación tanto aceros dúctiles como aleaciones de cobre y níquel, logrando con esto una mayor penetración porta proyectil.

1.5.2.- ARMAS AUTOMÁTICAS

La velocidad de tiro o cadencia en las armas de fuego, aumenta paulatinamente desde un tiro por minuto que se obtiene con el arcabuz de mecha, hasta 12 tiros por minuto en armas de repetición.

El primer armamento realmente automático es el sistema belga de 37 cañones denominado "Metrailleuse" del año 1851. Diez años después, Richard Gordon Gatling inventa la famosa ametralladora Gatling (Figura 1.5), la que en diversos modelos tuvo desde cuatro a diez cañones que actúan girando alrededor de un eje central situado en el mismo eje de tiro de los cañones. Logra un promedio de disparo de hasta 359 tiros por minuto y se mantiene vigente hasta 1911, año en que el Ejército de los EE.UU. la declara obsoleta.



*FIGURA 1.5
AMETRALLADORA GATLING*

Por otro lado, paralelo a la evolución tecnológica que alcanza el armamento terrestre, se desarrolla y perfecciona el cohete, que constituye un elemento capaz de equipar, con imaginación y mucha improvisación, a los primeros aviones existentes en los albores de la aviación militar.

El cohete, base para el desarrollo posterior del armamento guiado, nace como un simple cohete de pólvora capaz de ser impulsado por la combustión de su carga en un cilindro que deja escapar los gases hacia atrás a gran velocidad.

Los primeros cohetes de los cuales se tiene noción son una invención china que data desde el año 3.000 A.C.; sin embargo, la fuente más antigua de nuestra era que habla del uso del cohete como arma, se remonta al año 1232 y por las descripciones halladas se sabe que recibían el nombre de FE - EE - HO - TSIAN o Flechas de Fuego Volador (Figura 1.6).

Posteriormente, luego de varios años de olvido, durante el siglo XVIII resurge en el campo de batalla esta arma como fruto del estudio e investigación.

El cohete desarrollado fue utilizado en la confrontación que sostuvieron hindúes e ingleses, en donde los primeros utilizaban en vez de un tubo de cartón para la carga, un tubo de hierro cuyo peso oscilaba entre 3 y 6 Kg y una caña de bambú de 3 metros de longitud que buscaba dirigirlo en su trayectoria al objetivo, obteniéndose un alcance de 2,5 Km.



El cohete desarrollado fue utilizado en la confrontación que sostuvieron hindúes e ingleses, en donde los primeros utilizaban en vez de un tubo de cartón para la carga, un tubo de hierro cuyo peso oscilaba entre 3 y 6 Kg y una caña de bambú de 3 metros de longitud que buscaba dirigirlo en su trayectoria al objetivo, obteniéndose un alcance de 2,5 Km.

Varios fueron los militares investigadores en Europa que comenzaron sus experimentos con respecto a los cohetes, pero sólo uno conoció resultados exitosos: el Coronel inglés William Congreve.

Los cohetes se utilizan por Inglaterra durante las Guerras Napoleónicas, Guerra de 1812 contra Estados Unidos y la Primera Guerra Anglo Birmana de 1824 y 1826.

A mediados del siglo XIX, William Hole inventa un mecanismo para estabilizar el cohete por rotación, incorporando tres aletas de metal en la tobera de escape levemente inclinadas, a fin que la salida de los gases produjera la rotación.

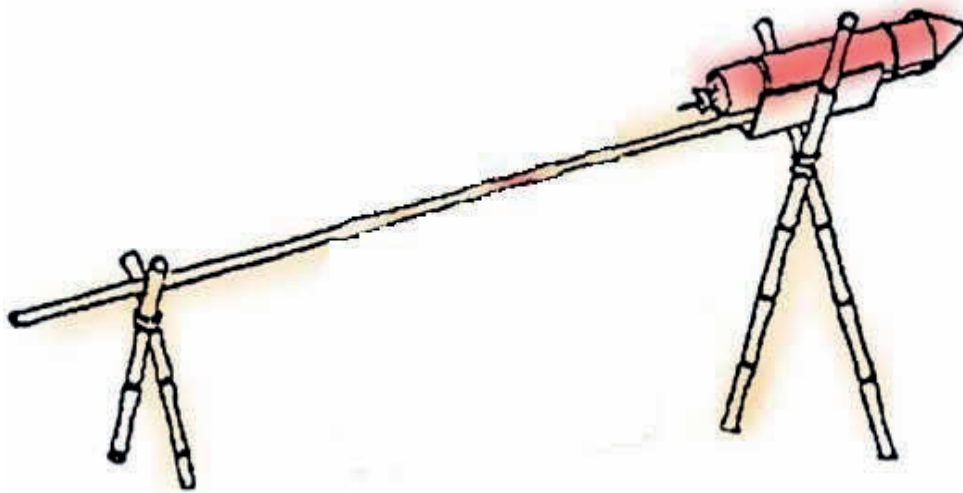


FIGURA 1.6
PRIMEROS COHETES CHINOS



1.6.- DESARROLLO DEL ARMAMENTO AÉREO

Con la complementación de ambos ingenios, armas automáticas y cohetes, más aquellos artificios ya inventados con anterioridad, se da lugar al equipamiento de los primeros aviones, iniciando con esto una nueva era en el armamento, la era del Armamento Aéreo, que tiene como base principal la evolución de las armas automáticas, que por una afortunada coincidencia de la Historia, su desarrollo se inició con bastante anticipación respecto de la invención de máquinas más pesadas que el aire.

En consecuencia, razonablemente confiable, las ametralladoras rápidas se encuentran totalmente disponibles cuando recién el avión alcanza la etapa de poder transportar ese tipo de armamento.

Los primeros disparos desde un aeroplano, del que se tiene registro, se producen en agosto de 1910, cuando el Teniente del Ejército de los EE.UU, Jacob Fickerl dispara un rifle Springfield desde un biplano Curtiss.

Por otra parte, el 2 de Junio de 1912 se dispara por primera vez una ametralladora desde un avión en vuelo; aun cuando ya se han desarrollado ciertas instalaciones experimentales para portar esta arma en un biplaza Nieuport en Francia y un monoplaza Bleriot en Inglaterra el año anterior.

Al comienzo de la Primera Guerra Mundial se utiliza todo tipo de armas de acuerdo al ingenio y osadía de cada piloto, llegando a usar pistolas, escopetas, granadas y flechettes entre otros, sin poseer ningún montaje adecuado para ello en sus comienzos.

Estos primitivos sistemas evolucionan durante la Primera Guerra Mundial, nace el combate aéreo y se desarrolla, merced al invento del ingeniero holandés Antonio Fokker que hace posible disparar una ametralladora a través de la hélice (Figura 1.7), lo que se logra por medio de un mecanismo de sincronización del paso de la hélice sin dañarla, tomado de una primitiva idea llevada a la práctica sin éxito por el aviador francés Roland Garros, instalando de flectores de metal resistentes que al ser aplicados en la hélice, desvían los proyectiles que la interceptan cuando se dirigen a la aeronave adversaria (Figura 1.8).

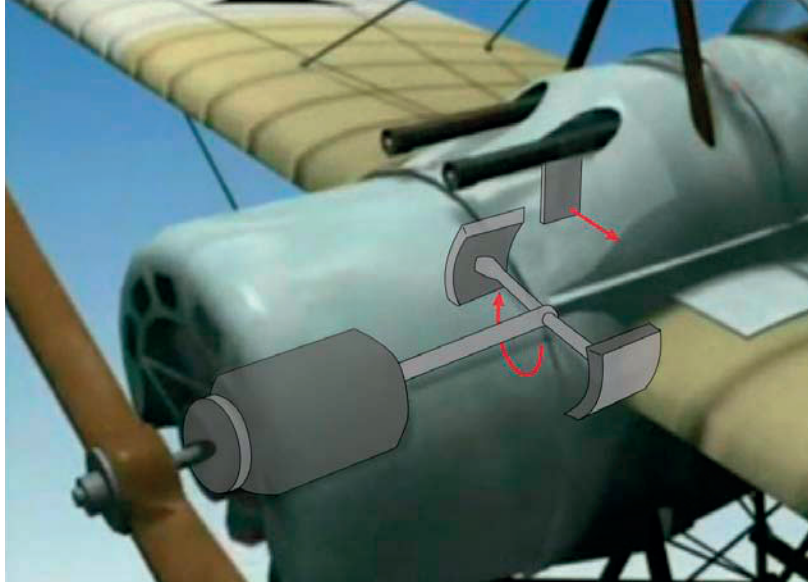


FIGURA 1.7

SINCRONIZACIÓN DEL DISPARO Y GIRO DE LA HÉLICE DESARROLLADO POR FOKKER

Este avance se completa con el uso de cohetes para destruir los globos cautivos de observación, utilizados para labores de observación y corrección del tiro de artillería, entre otras tareas.

Las mejoras en bombas y dispositivos de puntería, para tiro y bombardeo, completan el armamento utilizado durante la Primera Guerra Mundial.

Posterior a la Primera Guerra Mundial, se genera una etapa de transición, en que se efectúan estudios específicos del armamento, aplicando los avances en materiales, explosivos y propulsores.



FIGURA 1.8

DEFLECTOR DE MUNICIÓN IDEADO POR ROLAND GARROS EN FRANCIA



Durante la Segunda Guerra Mundial, el progreso del Armamento Aéreo es influido notablemente con los adelantos tecnológicos que nacen y se desarrollan durante esta conflagración mundial, destacando su capacidad de destrucción y mejora de la precisión para dar en el objetivo, como son:

- El Radar (1939)
- El Bombardeo Aéreo (1939)
- La Guerra Electrónica (1942)
- La Aviación a Reacción (1944)
- Las bombas voladoras y misiles (1944)
- La Bomba Atómica (1945)

Cuando el primer avión de reacción operacional, el Messerschmitt ME-262 , al finalizar 1944, ataca por sorpresa una formación de bombarderos aliados, disparando sus 4 cañones de 30 mm modelo MK- 108, el impacto tecnológico fue tan enorme que se calificó como uno de los mayores hitos ocurridos en los últimos años de la guerra (Figura 1.9).



FIGURA 1.9
MAQUETA DE AVIÓN ME 262 CON CUATRO CAÑONES DE 30 mm EN LA NARIZ

Junto al avión a reacción, las bombas voladoras V-1 y misiles V-2 desarrollados por Alemania, bombardean las ciudades de Londres y Bruselas sin una defensa efectiva que pudiera impedir esos ataques.



Otros ingenios sin piloto, precursores de los misiles, hacen cambiar el concepto de defensa de navíos; al hundir barcos aliados, Alemania muestra un gran desarrollo a fines de la Segunda Guerra Mundial.

Sin embargo, el arma que hace cambiar el curso de la guerra es la bomba atómica, lanzada en dos ocasiones en suelo Japonés en agosto de 1945, mediante el empleo de bombarderos B-29.

Al término de la Segunda Guerra Mundial el armamento aéreo está constituido por:

- Ametralladora y cañones calibres variables: 7,7 mm, 12,7 mm, 20 mm, 37 mm y 50 mm, con una velocidad de disparo que llega en algunos casos a 1.000 disparos por minuto.
- Bombas de Aviación de diversos tipos, con pesos desde los 10 a 10.000 Kgs.
- Cohetes de diversos tipos y calibres, con variados tipos de cabezas de guerra, con calibres desde los 30 a 100 mm.
- Ingenios sin piloto, constituidos por bombas de aviación sin propulsión, propulsadas y aviones sin piloto radio controlados.
- Equipos y accesorios diversos, como miras y radares de bombardeo.

Lo anterior se debe en gran medida a la influencia de la tecnología aplicada en el armamento, catalizando su desarrollo e introduciendo su empleo en los conflictos de los años siguientes.

Hacia 1950 la Guerra de Corea constituye un lógico paréntesis en el desarrollo del Armamento Aéreo, utilizándose el mismo de la Segunda Guerra Mundial, con la excepción de la aparición del avión a reacción que logró ser el dueño del espacio aéreo, sin contrapesos.

Posteriormente, existe una serie de conflictos regionales a consecuencia de la Guerra Fría, como lo es Vietnam y el Medio Oriente entre árabes e israelíes, los cuales dan una nueva dimensión a la guerra aérea y son claves, en su progresivo perfeccionamiento. Aparecen en este período cañones automáticos de gran cadencia de tiro, misiles y las primeras bombas de aviación guiadas por láser.

La tecnología infrarroja (IR) hace posible el desarrollo del misil "Sidewinder", el más representativo de su tipo y el primero de su familia que existe hasta hoy, logrando enormes éxitos en combates aéreos.



Durante el Conflicto del Atlántico Sur en 1982 y las Guerras del Golfo de 1991 y de 2003, se mejora la precisión de armas, como las bombas de aviación guiadas por láser y por G.P.S., sucediendo lo mismo con los misiles, lo que marca un notable desarrollo de su letalidad.

1.7.- ARMAMENTO AÉREO ACTUAL

Actualmente el Armamento Aéreo, de acuerdo a la experiencia de su uso, se diseña para estar integrado a la aeronave, abandonando el criterio usado inicialmente de "colgarle" armas o cargas a un avión y la diferencia ha sido sustancial. En todo caso, hoy en día cualquier arma aérea se calcula teniendo en cuenta, entre otros, los siguientes factores principales:

- Facilidad de transporte: sin degradar las actuaciones y seguridad del avión que lanza el armamento (separación limpia).
- Precisión: para que alcance sin desviación el objetivo.
- Poder destructivo: eliminar el blanco deseado.

Esto define que el Armamento Aéreo principal utilizado por aviones de combate modernos, se encuadra dentro de los siguientes ingenios:

1.7.1.- ARMAS AUTOMÁTICAS

El cañón de 20 mm se empieza a estudiar en Europa en 1930 y su primera aplicación práctica es realizada por Alemania en el avión Messerschmitt 109 E-1. El Cañón pesa 27 kg y dispara proyectiles de 133 grs, con una velocidad de 600 m/seg con una cadencia de 350 tiros por minuto.

El desarrollo del cañón de 30 mm es paralelo al de 20 mm aunque ambos con un solo tubo. Se evolucionando luego hacia el cilindro giratorio tipo revólver. El primer cañón de la post-guerra (Segunda Guerra Mundial) que está en servicio activo en Estados Unidos es el M-39 (Figura 1.10) entonces designado T-160. Este cañón de 20 mm junto con el DEFA (Francés) de 30 mm, constituyen ejemplos del tipo de arma automática. El cañón M-39 puede disparar proyectiles a una cadencia de 1.600 a 1.700 tiros por minuto y con una velocidad de salida de la munición en la boca del tubo de 1.000 m/seg.



*FIGURA 1.10
CAÑÓN TIPO REVÓLVER M-39, FABRICADO POR EE.UU.*

El otro tipo de cañón es el multitubo, desarrollado por la llegada del monotubo al límite de la cadencia de tiro (1.200 tiros por minuto). Su desarrollo tiene lugar en Estados Unidos, nación que prefiere una alta cadencia de tiro en las armas usadas en aviación a otras condiciones. Es conseguido con el proyecto "Vulcan", basado en el principio de funcionamiento de la ametralladora "Gatling". El resultado del programa es el M-61, capaz de disparar hasta 6.000 tiros por minuto, usando munición con una velocidad de salida de 1.030 m/seg, este tipo de cañón es integrado, entre otros aviones al F-16.

El cañón se sigue mejorando y está todavía muy lejos del límite de su desarrollo; de hecho se le contribuye con los avances tecnológicos actuales, tanto en materiales como en balística. Los cañones utilizados hoy son fiables y presentan un mantenimiento sencillo.

Un avión equipado con cañones y modernos visores giroscópicos y calculadoras de tiro, ha demostrado repetidas veces su gran eficacia en el combate aéreo y contra blancos de superficie.



1.7.2.- BOMBAS DE AVIACIÓN

Actualmente las bombas de aviación pueden ser clasificadas como convencionales y guiadas.

Convencionales: Con gran variedad de aplicaciones y diversos pesos, formas y explosivos, constituyen un arsenal nada despreciable. Sin embargo, presentan problemas en su uso respecto del lanzamiento y su precisión sobre el blanco determinado. En efecto, para atacar objetivos fuertemente defendidos por la artillería antiaérea y cazas de defensa, el avión debe acercarse al objetivo para efectuar el lanzamiento de la o las bombas de aviación.

Guiadas: Son una solución a la problemática que presentan las bombas de aviación convencionales, que aunque siguen siendo balísticas, aumentan la precisión y la maniobra de lanzamiento es menos expuesta, ya que no necesita pasar por encima del objetivo para destruirlo (Figura 1.11). Estas pueden ser guiadas por G.P.S., T.V. (Televisión) o IR. (Infrarrojo), son automáticas una vez lanzadas desde una aeronave, pero no así la guiada por "Láser" que necesita una "colaboración" para designar el blanco desde el mismo avión que lanza la bomba u otro que acompaña y realiza esa función. La solución ideal es la bomba guiada, lanzada a gran distancia, para presenta como limitante su requerimiento de propulsión.

En definitiva, las bombas convencionales siguen siendo insustituibles para objetivos poco defendidos. Su gran variedad de desarrollo: explosivas, incendiarias, químicas, de submuniciones, rompe pistas, etc., permiten una selectividad aceptable, de acuerdo al objetivo que se desee dañar.

En cuanto a las bombas guiadas, su evolución apunta a aumentar su alcance, dotándolas de medios sustentadores y de propulsión que modifiquen su trayectoria balística y puedan ser lanzadas fuera del alcance de las armas defensivas, logrando batir los blancos con un mínimo de ellas, evitando los bombardeos de saturación como los sucedidos en la Segunda Guerra Mundial.

1.7.3.- COHETE

Es un arma que en el tiempo ha sido sometida a un serio análisis operativo y que ha alcanzado su tope respecto de su desarrollo tecnológico. Tiene casi los mismos inconvenientes que las bombas para ataques a objetivos fuertemente defendidos.



FIGURA 1.11
BOMBA DE AVIACIÓN CON GUIADO LASÉRICO

Su evolución apunta a grandes calibres, aunque se presentan problemas para su integración en el avión; igualmente se prevé un guiado elemental discutible, porque se acerca a la similitud con un misil.

Su sustitución es permanentemente analizada, debido a que el uso de cohetes aumenta la vulnerabilidad de la aeronave que lo lanza.

1.7.4.- MISILES

Existe una gran variedad y pueden en un futuro cercano, sustituir a bombas y cohetes cuando su costo unitario sea menor respecto de ellos o se haya desarrollado un nuevo tipo de arma.

En el caso de los misiles aire-aire y aire-superficie actuales, todos ellos son guiados por infrarrojo (IR). Se usan para el combate aéreo a corta y media distancia, como también los misiles aire-tierra.

Hoy en día se dispone de misiles aire-aire toda dirección, como el Sidewinder AIM-9M (Figura 1.12), Python-IV, Python-V y Magic, entre otros, que es la culminación de un desarrollo que comienza en el año 1956 hasta lograr las capacidades que se les conocen.



Otros misiles pueden ser guiados por radar, esto hace necesario utilizar el radar de los aviones para iniciar el lanzamiento direccionándolo inicialmente al blanco. Un ejemplo de este tipo de misil es el AIM – 7L Sparrow.

También se han desarrollado misiles con radar activo, autónomo y de gran alcance. El tipo más representativo es el Phoenix que equipa al avión F-14 Tomcat.

Los misiles contra buques, también llevan guiado similar al del Phoenix. El exponente más destacado es el Exocet, que tanto éxito alcanza en el Conflicto del Atlántico Sur en 1982.

Por último, existen misiles especiales que se utilizan para destruir los radares de conducción de los misiles tierra - aire; estos funcionan guiados por las emisiones de radares de tierra.



*FIGURA 1.12
MISIL AIRE-AIRE SIDEWINDER AIM-9M*

1.7.5.- EQUIPOS Y ACCESORIOS

Los subsistemas de control de tiro, combinados con presentaciones visuales, mandos de la cabina y el subsistema de control de vuelo, hacen posible hoy en día que puedan efectuarse misiones denominadas "Todo Tiempo" automáticas. Lo que es factible gracias a las nuevas tecnologías que apoyan la eficacia y precisión del armamento que porta la aeronave.



1.8.- TENDENCIA FUTURA DE LAS ARMAS AÉREAS

La ciencia y tecnología militar han experimentado en los últimos años tal nivel de desarrollo, especialmente en las áreas de la electrónica e informática, lo que posibilita el diseño y construcción de un armamento aéreo más eficaz y preciso.

La tendencia respecto del armamento aéreo, apunta a que las armas automáticas sean en el futuro próximo más fiables, eficaces y menos costosas, por evolución de las actuales. Mientras se continúa usando las bombas convencionales por su bajo costo, aunque limitadas al ser utilizadas para objetivos poco defendidos.

Las bombas guiadas siguen evolucionando con el apoyo de nuevas tecnologías de guiado y la adición de dispositivos para aumentar el alcance, permitiendo que las plataformas aéreas que las transportan y lanzan queden fuera del rango de las armas de la defensa aérea que da protección al objetivo a batir.

El cohete por su bajo costo, pero con los mismos inconvenientes que las bombas convencionales, debe evolucionar buscando su perfeccionamiento.

Los misiles aire-aire, experimentan un desarrollo progresivo, evolucionando hacia guiados autónomos (radar activo u otros). Estos mejoran en su capacidad de maniobra, para adaptarse a los combates aéreos.

Por su parte los misiles aire-tierra también alcanzan un incremento logrando un mayor alcance, transporte de mayor carga explosiva, mayor velocidad y resistencia a contramedidas electrónicas, por lo que su evolución es de mayor impacto y permite al avión atacar objetivos bien defendidos.

En Afganistán y en países del Medio Oriente entre otros, han sido utilizados UAV, aeronave no tripulada como posible plataforma de armamento controlada desde tierra. Chile (Figura 1.13) entre otros países, aún no ha puesto en el tapete de la discusión la participación humana directa tripulando las aeronaves que porten y lancen el armamento, no obstante esto ya se efectúa hace varios años en otras latitudes.

En el concierto internacional actualmente se experimenta con UAV basados en portaaviones, entre otras formas, sin embargo el avance experimentado, es un tema que está en progreso y aún no se visualiza una proyección definida sobre este campo, a pesar del florecimiento en esta materia que han logrado los países militarmente más avanzados



*FIGURA 1.13
UAV HERMES 900, DE LA FUERZA AÉREA DE CHILE*

Los retos para el UAV en el futuro próximo van a venir de la mano del adecuado desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías, nuevas misiones que cumplir, los costos de desarrollo y la fiabilidad de estos.

Lo que muestre el avance en este ámbito, como plataforma para el uso del armamento aéreo, sólo el tiempo lo dirá...





CAPÍTULO II

MATERIAS ENERGÉTICAS QUÍMICAS

2.1.- ANTECEDENTES

Las materias energéticas químicas se pueden definir como las sustancias (o mezcla homogénea de varias sustancias), que experimentan una reacción química con liberación de calor (exotérmica) y generan, durante un corto tiempo una gran cantidad de productos gaseosos, sometidos a temperatura y presión elevadas. Estos gases pueden ser utilizados de diversas maneras, siendo una forma el producir el empuje necesario para impulsar un proyectil, cohete o misil o también produciendo la destrucción del objetivo que se desea neutralizar.

Conforme a ese parámetro, dentro de las materias energéticas químicas se hallan los explosivos.

2.2.- EXPLOSIVO

Es una clase de materia energética química, la que por acción del calor, chispa eléctrica, impacto, roce, choque de onda u otros estímulos, experimenta una reacción de descomposición química rápida y auto-propagante, acompañada por la formación de productos gaseosos y por desprendimiento de calor, desarrollando un efecto de presión súbita.

La energía liberada sirve para destruir por medio de una onda de choque un blanco determinado (destructora o rompedora), cuyo ejemplo se ve en la Figura 2.1.



FIGURA 2.1
UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVO EN UNA BOMBA DE AVIACIÓN



De acuerdo a un criterio tradicional, los explosivos se clasifican en: Altos Explosivos, Bajos Explosivos y Pirotécnicos, como se puede apreciar en el esquema que se presenta en la Figura 2.2, para luego indicar sus respectivas características.

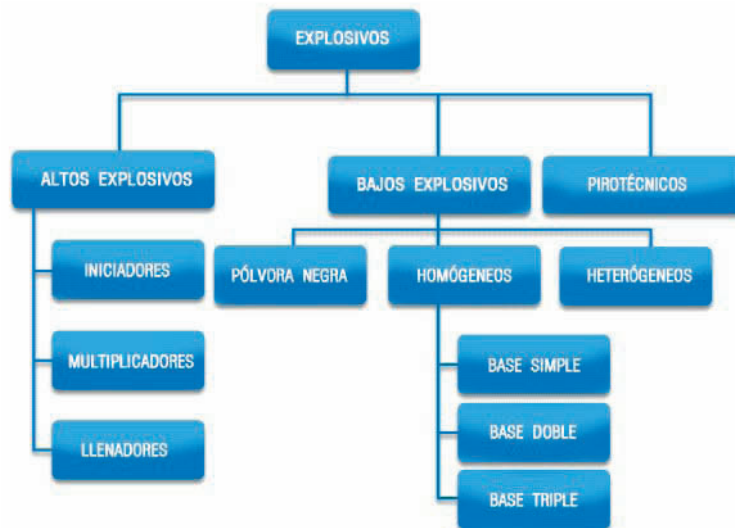


FIGURA 2.2
CLASIFICACIÓN DE LOS EXPLOSIVOS

2.2.1.- ALTO EXPLOSIVO (ROMPEDORES)

Constituidos generalmente de elementos orgánicos y no orgánicos, tales como nitrato de plomo, fulminato de mercurio y estifnato de plomo, entre otros. Por lo general se emplean para iniciar la deflagración de los propelentes o la detonación de los rompedores. Son muy sensibles al choque, chispa, fricción o a la temperatura y su velocidad media de descomposición es del orden de los kilómetros por segundo. A su vez, éstos se pueden agrupar en:

2.2.1.1.- EXPLOSIVO INICIADOR

Como su nombre lo indica sirven para iniciar una cadena explosiva, sea esta una deflagración o una detonación. Los más usados son el fulminato de mercurio, azoturo de plomo, azoturo de plata y dinitrodiazofenol, entre otros.

La alta inestabilidad en los explosivos iniciadores se debe principalmente a la forma de su estructura molecular, la que tiene fuerte tensión interna y basta que se le suministre sólo un poco de energía para que traten de liberar altas tensiones iniciándose una violenta descomposición.



La manipulación de estos explosivos es altamente peligrosa y debido a su alta sensibilidad se usan en pequeñas cantidades en diversos artificios tales como: espoletas, estopines, fulminantes, detonadores eléctricos, entre otros.

Un ejemplo de ellos, es la activación de la munición a través de la cápsula iniciadora, de la cual se aprecia percutada en el culote de una vaina, Figura 2.3.

2.2.1.2.- EXPLOSIVO MULTIPLICADOR

Son aquellos explosivos intermedios que tienen suficiente sensibilidad para ser iniciados o detonados por una pequeña cantidad de explosivo iniciador y poseen la suficiente fuerza como para iniciar la detonación de un explosivo llenador. Entre estos se encuentran el Tetryl y TNT.



FIGURA 2.3
CÁPSULA INICIADORA DE UNA MUNICIÓN YA PERCUTADA

2.2.1.3.- EXPLOSIVO LLENADOR

Constituidos generalmente por compuestos nitrados tales como TNT, Pentolita y Tetryl en el uso militar y mezclas como nitrato amónico o dinamita en el uso civil. Se utilizan para provocar daños o destrucción del blanco atacado, siendo la carga de combate principal de proyectiles, bombas, minas, torpedos, cohetes y misiles. Como resultado de la detonación, el elemento que rodea el alto explosivo es destruido y sus fragmentos son lanzados a gran velocidad, sumándose al efecto de la explosión, que es considerable.



Deben poseer gran estabilidad química, insensibilidad a las sollicitudes mecánicas y gran resistencia a las temperaturas elevadas, con el objeto de evitar detonaciones prematuras en recámaras, ánimas y sus proximidades. Su descomposición es de carácter detonante y muy exotérmico, pero necesita de una ceba como iniciador, teniendo una velocidad de descomposición de 6.000 metros por segundo, aproximadamente.

Dentro de los explosivos llenadores destacan el Trinitotolueno (T.N.T.), PETN, HMS, Hexógeno, Octógeno, RDX, PBXs y Nitroglicerina, entre otros.

Una forma de utilización de estos explosivos es la carga que transportan las bombas de aviación, material que puede matar o herir a personas cercanas al impacto de éstas y/o provocar la destrucción o daño severo de la infraestructura, vehículos, aeronaves y naves a causa de su activación. Un ejemplo de ello es el T.N.T., que se utiliza como explosivo en la bomba de aviación MK 82.

2.2.2.- BAJO EXPLOSIVO (PROPELENTES)

Son una clase de materias energéticas químicas que, por acción del calor, llama u otros estímulos correspondientes, experimentan una reacción de descomposición química más lenta que los altos explosivos, hasta los 800 m/seg, acompañada por la formación de productos gaseosos y con liberación de calor.

La energía liberada se puede usar para hacer trabajo útil por medio de la expansión controlada de los productos gaseosos (propulsión de misiles, propulsión de balas de municiones, proyectiles de cañones, generadores de gases, airbag y otros)

De acuerdo al criterio utilizado por el autor, los propelentes se clasifican en:

2.2.2.1.- PÓLVORA NEGRA

El Siglo XIV se registra como el comienzo en Europa del explosivo más antiguo de uso militar: la pólvora negra, se asegura que un monje la descubre y trata de perfeccionar esta mezcla, triturando finamente y mezclando íntimamente en un mortero los ingredientes de Nitrato de Potasio, Azufre y Carbón Vegetal.

El experimento provoca una fuerte explosión, bautizando la mezcla con el nombre de pólvora, atendiendo al fino estado de polvo de los ingredientes.

Como primera conclusión de este accidente, es que el fino estado pulverulento era muy peligroso de manipular, ya que todas las excitaciones exteriores, incluso las



más débiles lo hacen explotar, ya sean chispas, choques, frotamientos otros. Se busca la forma de hacerla menos peligrosa en su manipulación, por lo que se forman galletas húmedas para luego pasar a la granulación.

Antes de la invención de la pólvora sin humo y de los explosivos nitrados detonantes, la pólvora negra se usa tanto como pólvora balística, explosivo rompedor y como destructor. Para lo cual se fabrica pólvora de grano fino para fusiles y grano cúbico cercano a un centímetro fuertemente comprimido para cañones. La densidad mayor de los granos cúbicos comprimidos da un funcionamiento más regular y más progresivo a la pólvora.

La proporción clásica de pólvora negra para uso militar es de 10% de Azufre, 15% de Carbón Vegetal y 75% de Nitrato de Potasio. Sin embargo y según para el uso que se requiera, basta con modificar su composición y granulación para obtener pólvora negra de diferentes velocidades de quema.

El uso que se le puede dar a la pólvora negra es variado como ningún otro explosivo.

La pólvora es un explosivo lento, no obstante una de sus características se asemeja a las de los altos explosivos. La rapidez de quema produce una curva más parecida a un alto explosivo que a un propelente.

Su velocidad de quema se puede reducir o aumentar, regulando su forma de granulación, en polvo es instantáneo y en granos mayores su velocidad de quema se reduce.

2.2.2.2.- HOMOGÉNEOS

Son compuestos orgánicos homogéneos que van incrementando su base nitrocelulósica con nitroglicerina y nitroguanidina según su requerimiento energético, mecánico o de forma y táctico, por esa razón se pueden clasificar en bajos explosivos homogéneos, de los cuales se aprecian diversos tipos (Figura 2.4), de base simple, base doble y base triple (Figura 2.5). Se emplean generalmente en la propulsión de munición de artillería y de cohetes o misiles. Por su composición química orgánica son inestables.



*FIGURA 2.4
PÓLVORAS EN SUS DIFERENTES TAMAÑOS Y FORMAS*



*FIGURA 2.5
GRANO TUBULAR MULTIPERFORADORA DE PÓLVORA BASE TRIPLE*

2.2.2.3.- HETEROGENEOS

Un propelente sólido es un material denso, combustible, generador de gas, relativamente estable a temperatura ambiente y que permite una producción de energía controlada bajo la forma de un gas a alta temperatura, susceptible de propulsar un motor cohete independientemente de la atmósfera.



Un propelente sólido (heterogéneo), generalmente está constituido por una matriz tipo plástico y un oxidante inorgánico, o sea por una combinación física o química de especies oxidantes y reductoras.

Los propelentes heterogéneos son típicamente mezclas de tres ingredientes, a saber: un ligante, un oxidante y un reductor.

El interés por los propelentes heterogéneos es que permiten realizar combinaciones muy variadas, de performances energéticas superiores a las de los propelentes homogéneos y de propiedades físicas muy adaptables a las necesidades, gracias a las resinas sintéticas que la química pone a disposición del usuario.

Los propelentes heterogéneos son usados generalmente en los motores de cohetes y de misiles, Figura 2.6.



FIGURA 2.6
MOTOR UN MISIL COMPUESTO DE PROPELENTE HOMOGÉNEO



2.2.3.- PIROTECNIA

Se puede considerar como la tecnología (arte) de hacer y usar fuegos artificiales. Contempla las materias químicas y/o sus mezclas que experimentan una reacción de descomposición lenta, acompañada por la liberación de calor y siempre por productos gaseosos. La energía liberada se puede usar para hacer trabajo útil, generando efectos tales como fuego, luz, calor, ruido, humo o emisión de gases, ejemplo de este último se aprecia en la Figura 2.7.



*FIGURA 2.7
PIROTÉCNICO QUE PRODUCE HUMO PARA SEÑALIZACIÓN*



CAPÍTULO III CAÑONES DE AVIACIÓN

3.1.- ANTECEDENTES

Por el simple accionar sobre el disparador, un arma automática puede disparar una serie de tiros. Todas las funciones necesarias para el disparo son automáticas. La potencia motriz necesaria deriva esencialmente de la energía liberada durante el disparo. Esta puede provenir del empleo de la energía de retroceso (en armas operadas por retroceso) o por empleo de parte de los gases de la pólvora en el tubo. En los próximos párrafos se exponen y definen las partes del cañón y de la ametralladora usados en aviación y aquellas que son usadas actualmente, esto con el propósito de formar en el lector una sólida conceptualización de esta importante área del armamento.

3.2.- PARTES DE UN ARMA

Primeramente es necesario indicar las componentes principales que forman parte de un arma, sea ésta utilizada como armamento terrestre, antiaéreo o aéreo, para posteriormente analizar aquellas que son utilizadas en aeronaves.

3.2.1.- PARTE ANTERIOR

Está formada por el cañón, compuesta del ánima y la recámara (Figura 3.1). El cañón tiene una forma cuyo trazado elemental o básico, responde a las exigencias balísticas, en función de la resistencia de los materiales, características físicas y geométricas de la munición. Es necesario estudiar con cuidado estas formas complementarias, no para evitar debilitamientos, sino para no modificar las condiciones del funcionamiento por efectos mecánicos, tales como desequilibrio en el régimen de vibraciones, asimetrías en la masa de retroceso o esfuerzos anormales, etc.

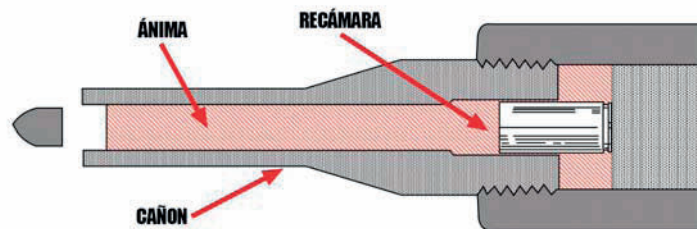


FIGURA 3.1
COMPONENTES DE LA PARTE ANTERIOR DEL ARMA



3.2.2.- PARTE POSTERIOR

Detrás del cañón, o exactamente de la recámara, se encuentra el cierre, órgano fundamental y clave en toda arma automática, cuyo cometido es obturar la recámara y absorber la presión de retroceso del cartucho, es decir, el esfuerzo hacia atrás ejercido por el culote del mismo (Figura 3.2).

El cierre debe soportar ese esfuerzo, al menos hasta que el proyectil haya abandonado el ánima del cañón y por lo tanto, la presión interior haya caído hasta límites admisibles. Esto sólo es posible si dicho cierre se halla unido de alguna manera al cañón, es decir, si está bloqueado o acerrojado directa o indirectamente a él.

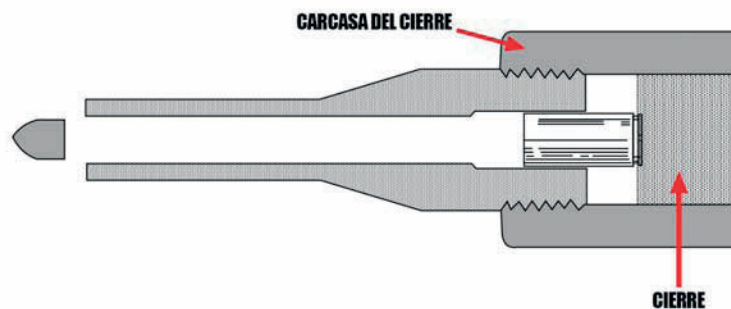



FIGURA 3.2
COMPONENTES DE LA PARTE POSTERIOR DEL ARMA

3.3.- CICLO DE DISPARO

Conforme a lo expresado, es importante tener en consideración que para llevar a cabo el ciclo de disparo, se deben cumplir las siguientes etapas:

El cierre debe clausurar la recámara el tiempo preciso.

- El dispositivo de acerrojamiento debe bloquear el cierre, manteniéndolo cerrado durante el bloqueo (se efectúa el disparo).
- El dispositivo de desbloqueo del cierre, debe liberarlo en el momento oportuno.
- El dispositivo de fuerza, para accionar el cierre una vez desbloqueado, retirándolo del cañón, haciéndolo que arrastre consigo la vaina vacía y



llevándolo en contra de todas las resistencias naturales y provocadas, hasta su posición más alejada.

- Por último, otro mecanismo de recuperación e inversión de los movimientos, que devuelva al cierre a su posición primitiva, efectuando al mismo tiempo las restantes funciones de carga, acerrojamiento y otros, completándose así el ciclo automático de funcionamiento del arma.

3.4.- CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE AUTOMATISMO

Las armas automáticas a continuación descritas, son utilizadas como parte del Armamento Aéreo de las aeronaves, de acuerdo a sus particularidades respecto del sistema de funcionamiento de cada una, se distinguen:

- Sistema de Retroceso de Masas
- Sistema por Toma de Gases
- Sistema Revólver
- Sistema Gatling

3.4.1.- SISTEMA POR RETROCESO DE MASA

Este sistema se destaca por el aprovechamiento de la fuerza de retroceso de masas ajenas al propio cierre. Por esta razón se le denomina sistema de accionamiento por "retroceso de masas". En la Figura 3.3 vemos el esquema de funcionamiento de éste y en la Figura 3.4, la utilización en un avión A-29 Super-Tucano.

El cierre se apoya cuando está obturado, contra el tope, que hace de seguro. Este cerrojo va montado de tal manera que, bien por basculamiento o bien por deslizamiento, pueda zafarse de su posición asegurada luego de producido el disparo (desbloqueo). Sólo cuando este desbloqueo se ha producido, el cierre puede moverse hacia atrás, desligándose de su unión con el cañón. Pero para que el desbloqueo pueda producirse de una manera automática es necesario disponer de una fuerza de accionamiento, que se obtiene en este tipo de armas, de la energía de retroceso producida por el propio disparo.

Este retroceso se direcciona contra un sistema elástico de resortes, durante este movimiento, el cierre desbloqueado del cañón queda libre para separarse de él, produciéndose la extracción de la vaina de la recámara, enganchada en el extractor y la expulsa al exterior, continuando hacia atrás, hasta ser detenido por la tensión del resorte recuperador, iniciando su carrera de retorno para un nuevo disparo.

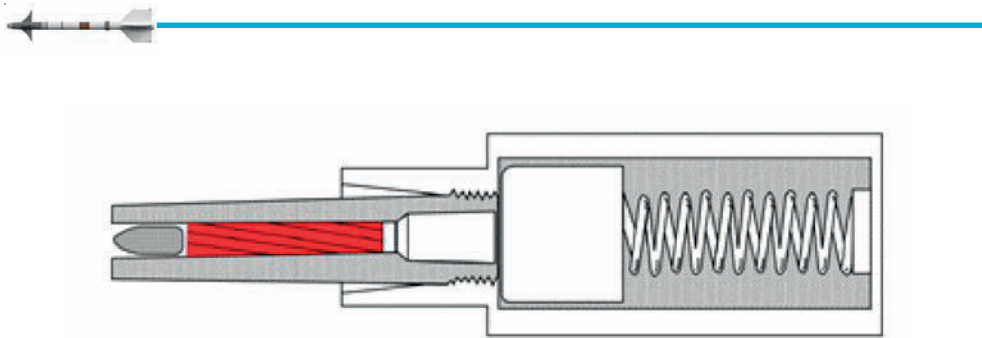


FIGURA 3.3
CIERRE ACCIONADO POR RETROCESO DE MASA



FIGURA 3.4
AMETRALLADORA ACCIONADA POR RETROCESO DE MASAS EN AVIÓN A-29 SUPER-TUCANO

3.4.2.- SISTEMA POR TOMA DE GASES

La característica de este sistema radica en el aprovechamiento de parte de la fuerza expansiva de los gases producidos en la combustión del quemado del propelente que impulsa el proyectil, en el accionamiento de los mecanismos del arma para producir un nuevo disparo, por esta razón se le denomina sistema de accionamiento por "toma de gases". En la Figura 3.5 vemos el esquema de este funcionamiento y en la Figura 3.6, se aprecia un arma que utiliza el sistema por toma de gases en un helicóptero.



Este principio de accionamiento por toma de gases, es en el que se apoyan actualmente la mayoría de las armas automáticas. En las armas con toma de gases no se aprovecha, como fuerza motora el impulso de retroceso, sino la presión de los gases en el tubo. Para ello se practica en el cañón un pequeño orificio y los gases a presión que salen por él, se conducen a un cilindro en cuyo interior se puede mover un émbolo, que es el que proporciona la fuerza necesaria para accionar el automatismo del arma, es decir, para desbloquear el cierre y lanzarlo hacia atrás, en contra de las resistencias que ya hemos examinado.

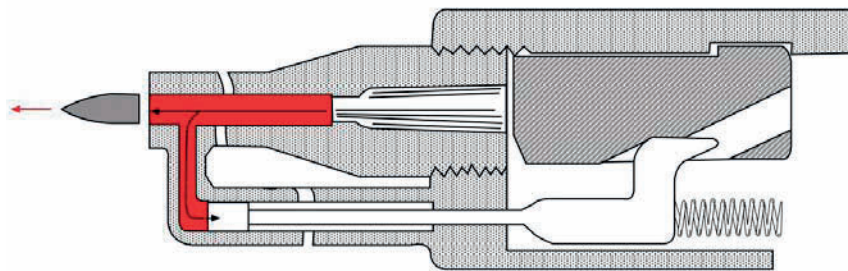


FIGURA 3.5
CIERRE ACCIONADO POR TOMA DE GASES



FIGURA 3.6
AMETRALLADORA ACCIONADA POR TOMA DE GASES



3.4.3.- SISTEMA TIPO REVÓLVER

El tipo revólver que se aprecia en la Figura 3.7, es un tambor giratorio en que va colocado un cierto número de recámaras, en cada una de las cuales se introduce un cartucho. En un momento dado, una sola de esas recámaras se encuentra en prolongación axial y acoplada al cañón del arma, de tal manera que el cartucho introducido en su interior, puede ser disparado como en un arma corriente. Al accionar el sistema de disparo, no sólo se produce dicho disparo, sino que simultáneamente se hace girar el tambor un paso hasta que la próxima recámara con su cartucho correspondiente, queda en la posición de disparo y así sucesivamente, hasta disparar todos los cartuchos contenidos en el tambor. Para continuar el fuego, es necesario volver a recargar los alojamientos de la munición en el tambor.



*FIGURA 3.7
CAÑÓN TIPO REVÓLVER DE 20 mm*

Para aplicar el principio del revólver a un arma automática, es preciso que dicho tambor gire y se recargue también automáticamente. Para ello el tambor lleva, generalmente, tantos rodillos de mando como recámaras. Bajo el tambor se mueve una corredera accionada por los gases por intermedio de un émbolo.

Dicha corredera lleva unas ranuras de forma, por las cuales se deslizan los rodillos en el movimiento de avance y de retroceso del arma. Con ello se consigue el



automatismo deseado, completado generalmente por una segunda corredera enlazada a la primera y situada en la parte posterior del arma. Esta segunda corredera, acciona una rueda en estrella coaxial con el tambor, sobre la cual va guiada la cinta con los cartuchos.

En el movimiento de avance, la corredera posterior saca un cartucho de la cinta, sin introducirlo todavía en la recámara correspondiente. Es en el próximo avance de la corredera, cuando ésta empuja definitivamente al cartucho en la recámara. Al siguiente movimiento de la corredera se gira el tambor hasta que el cartucho recién introducido, quede enfrentado al cañón y al mismo tiempo, al final del recorrido de la corredera, se provoca su encendido generalmente por el golpe que recibe el iniciador de la munición.

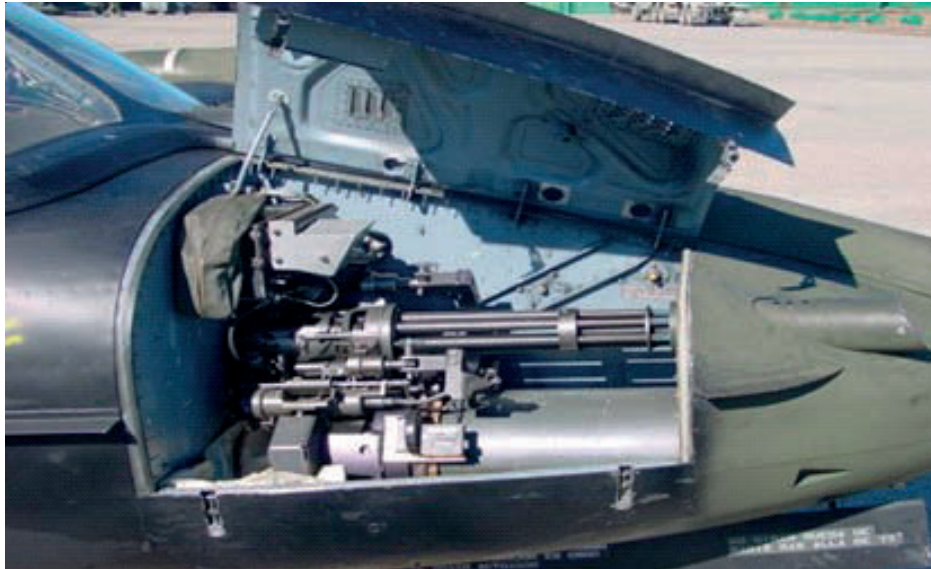
Por tanto, la corredera ha de ejecutar tres movimientos completos hasta que el primer cartucho tome fuego. Pero el próximo cartucho y los siguientes son inmediatos.

La razón de ejecutar la alimentación de los cartuchos en dos etapas, preparando su entrada en la primera e introduciéndolos en la segunda, es poder mantener el recorrido de los empujadores relativamente corto; sólo un poco superior a la mitad del recorrido del cierre, en algunas de las armas construidas. Y dado que en las armas de tipo corriente, el recorrido del cierre viene obligado a ser mayor, precisamente por necesidad de alimentación, se comprende que con el sistema revólver, se consigan cadencias (cantidad de disparos por minuto) más elevadas.

3.4.4.- SISTEMA GATLING

Los norteamericanos han dado un paso más en la línea del desarrollo de estas armas automáticas tipo revólver. Inspirados en los sistemas anteriores y en un antiguo desarrollo propio de la época de la Guerra de Secesión llamado Gatling, han construido un arma que lleva no sólo varias recámaras, sino también varios cañones: uno por recámara, Figura 3.8.

En esta arma, lo que gira es el conjunto tambor-haz de cañones y los disparos se producen sucesivamente, cada vez que un cañón pasa por una posición determinada dentro de su rotación.



*FIGURA 3.8
AMETRALLADORA GATLING DE 7,62 mm. EN AVIÓN A-37 DRAGONFLY.*

3.5.- SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN EN ARMAMENTO AUTOMÁTICO

Uno de los sistemas más importante y que es necesario estudiar cuidadosamente en cualquier proyecto de armas automáticas, es el de alimentación del arma. Hay que distinguir fundamentalmente, que la alimentación utilizada hoy en día, es por cinta de munición eslabonada, como se aprecia en la Figura 3.9.

En este tipo de alimentación, se permite almacenar la munición en el interior de un tambor, desde donde se extrae por medio del sistema de alimentación, al hacer uso del arma de la aeronave. En la Figura 3.10, se aprecia el tambor de munición que se encuentra dentro del avión F-14, donde se almacena su munición.



FIGURA 3.9
CARGA MANUAL DE MUNICIÓN EN AVIÓN F-16



FIGURA 3.10
TAMBOR DE ALMACENAMIENTO DE MUNICIÓN QUE UTILIZA EL AVIÓN F-14





CAPÍTULO IV MUNICIONES

4.1.- ANTECEDENTES

El propósito de este tema es familiarizar al lector con el componente que complementa al arma, permitiendo producir el disparo, este es la munición, la cual fue desarrollada tal como la conocemos hoy, a mediados del siglo XIX, manteniéndose prácticamente sin ninguna variación hasta nuestros días.

Se ha utilizado en aviación casi desde el mismo momento en que apareció el aeroplano, en las arenas de Kitty Hawk en el año 1903, a través de la instalación de ametralladoras y cañones.

4.2.- MUNICIÓN

Se define como el conjunto de partes que interactúan entre sí al ser accionadas externamente por un arma, produciendo la energía suficiente para separar uno de estos componentes (proyectil) e impulsarlo en dirección a un blanco u objetivo, para producir en él destrucción o daño.

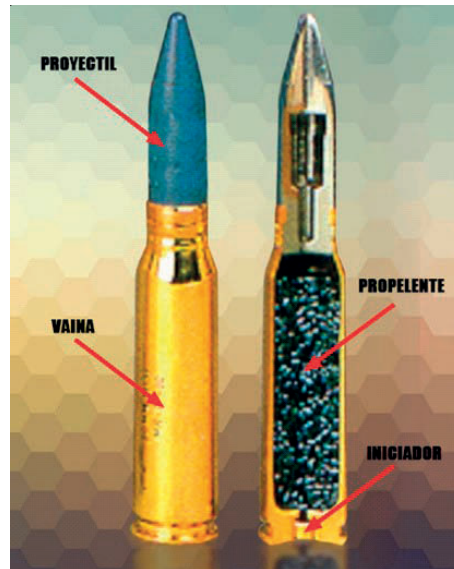
4.3.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LA MUNICIÓN

Una munición es la integración de cuatro componentes fundamentales; vaina, iniciador, propelente y proyectil (bala), como se aprecia en la Figura 4.1.

4.3.1.- VAINA

La vaina se construye a partir de un disco circular de latón al cual se le da forma de copa o casquillo que se estira sucesivamente por medio de matrices hasta darle la forma final de cápsula. El extremo cerrado se comprime en una prensa para hacerle la cabeza, en la cual se forman el espacio para la ubicación en su parte central del fulminante o iniciador y el orificio de paso para la llama cuando éste se inicie e inflame la pólvora que contiene.

Las vainas utilizadas en municiones de aviación son de percusión central, similar a la que se aprecia en la Figura 4.2, o de activación eléctrica según el sistema de iniciación que posee el arma en que se dispara.



*FIGURA 4.1
PARTES DE UNA MUNICIÓN*



*FIGURA 4.2
EJEMPLO DE MUNICIÓN DE ACTIVACIÓN POR PERCUSIÓN CENTRAL*

Respecto de la vaina, sus principales componentes son los que se indican en la Figura 4.3.

La vaina en términos generales, cumple las siguientes funciones respecto de la munición.



- Es el receptáculo en el cual están colocados los demás componentes del cartucho para formar una unidad completa.
- Es un recipiente impermeable para la carga de proyección o propelente.
- Impide el escape de los gases hacia atrás cuando se dispara el cartucho.

4.3.2.- INICIADOR

En él se puede encontrar un receptáculo en forma de copa hecho de metal, donde se hallan almacenada una composición cebadora, aislada del medio ambiente para que no pierda su propiedad de activar la pólvora almacenada dentro de la vaina.

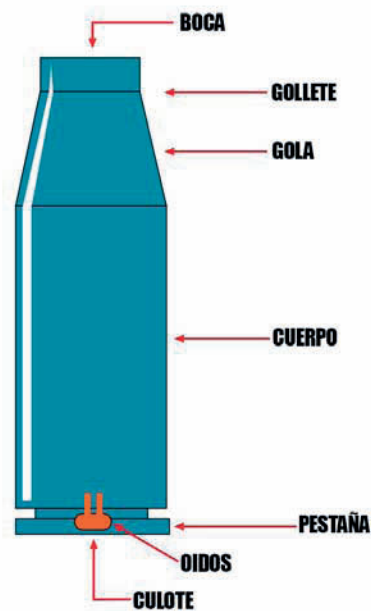


FIGURA 4.3
COMPONENTES DE LA VAINA

Existen dos formas de activar este iniciador, a través de percusión (golpe) o por medio eléctrico con los que se inicia la llama, la cual pasa a través de el o los orificio(s), según sea el tipo de diseño implementado en la vaina, y enciende la carga de proyección, todo lo anterior bajo el diseño específico para el tipo de munición y arma en que se usa.

En las municiones existen dos tipos de cápsulas iniciadoras.

Sistema Berdan: Transmite el fuego de la cápsula iniciadora a la pólvora a



través de dos orificios denominados oídos.

Sistema Bóxer: La comunicación con la pólvora se realiza por medio de un orificio denominado oído, ubicado en el centro de la vaina.

Ambos tipos se aprecian en la Figura 4.4.

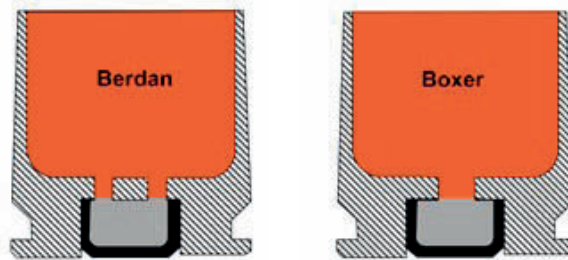


FIGURA 4.4
UBICACIÓN DE LA CÁPSULA BERDAN (IZQUIERDA) Y BÓXER (DERECHA)

4.3.3.- PROPELENTE

El propelente está situado dentro del cuerpo principal de la vaina de la munición y consiste en una cantidad determinada de pólvora.

Sin embargo, el peso de la carga de pólvora en un tipo particular de munición puede variar debido al hecho de que cada lote de pólvora fabricada cambia ligeramente en características. Por ejemplo, puede ser necesario usar 15 granos de un lote de pólvora y 17 granos de otro lote para obtener la velocidad conveniente del proyectil, dentro de los límites prescritos de presión que permite la recámara del arma (Figura 4.5).

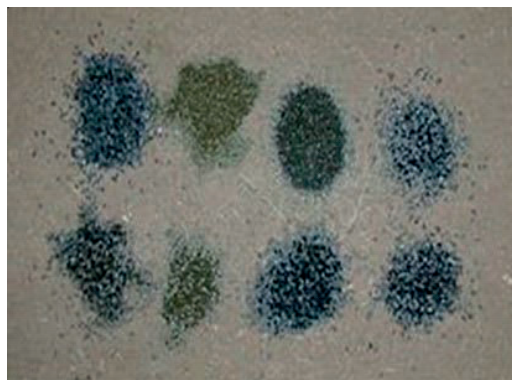


FIGURA 4.5
DIVERSOS TIPOS DE PÓLVORAS (PROPELENTE)



4.3.4.- PROYECTIL (BALA)

El proyectil situado delante de la boca de la vaina del cartucho, es la parte que sale del cañón del arma hacia el blanco.

Se usa el término "bola" para describir la bala de las municiones primitivas de las armas portátiles, porque la bala en realidad tenía en sus inicios una forma esférica. Su desarrollo dio como resultado la forma cilíndrica a la bala moderna, de modo que pudiera hacer contacto con las estrías del ánima y así rotar en su trayectoria hacia el blanco.

Los proyectiles tienen partes o componentes que se denominan: camisa, núcleo, punta y base.

Cada uno de estos componentes se muestra en la Figura 4.6 y en los siguientes párrafos se presentan descripciones detalladas de ellos.

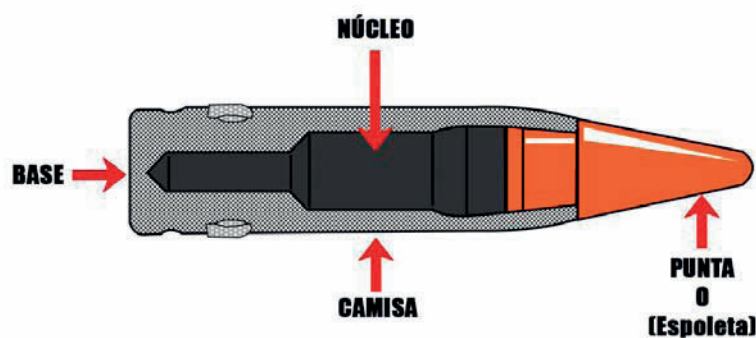


FIGURA 4.6
PARTES DE UN PROYECTIL

4.3.4.1.- CAMISA

La camisa de un proyectil está hecha de metal y sirve para dos propósitos, primero el cañón del arma contiene los campos (partes realzadas de las estrías) que se incrustan en la camisa para hacer que el proyectil gire, y segundo sujeta firmemente el proyectil en el ánima para evitar el escape de los gases por delante de ella. El ánima de un arma se mide siempre desde la parte superior de una estría a la parte superior de la estría opuesta. Por ejemplo, la ametralladora de calibre 12,7 x 99 mm (0.50 de pulgada desde una estría del tubo a la estría opuesta). La profundidad de la estría en sí es de 0.005 de pulgada, de modo que de una estría a otra mide 0.510 de pulgada. La bala se hace con un 0.001 de pulgada adicional de metal (camisa) en su diámetro, de



manera que el diámetro total de la bala es de 0.511 de pulgada. Como el proyectil es en realidad 0.001 de pulgada más grande que el ánima del arma, es obvio que ocurren dos cosas cuando se dispara un tiro:

- El gas desarrollado por la carga de proyección que se quema no puede pasarse a la bala.
- Las estrías del ánima se incrustan ligeramente (0.005 de pulgada) en la ranura para darle la rotación conveniente al proyectil en su trayectoria.

4.3.4.2.- NÚCLEO

El núcleo de un proyectil, puede ser de aleación de plomo, acero común, aleación de acero endurecido, una mezcla trazadora o una mezcla incendiaria. El tipo de núcleo depende del propósito para el cual se usa la munición. Por ejemplo, los proyectiles perforantes contienen un núcleo de acero endurecido; acero al tungsteno, al cromo o acero al manganeso y al molibdeno. Excepto en el caso de proyectiles de municiones de calibre 12,7 x 99 mm (que tienen un núcleo de acero), los proyectiles con camisa de metal contienen un núcleo de aleación de antimonio y plomo.

4.3.4.3.- LLENADO DE LA PUNTA

El llenado de la punta puede ser de acero, aleación de aluminio, una mezcla incendiaria, entre otros, lo que se ubica entre la camisa y el núcleo en las municiones. Por ejemplo, en las municiones perforantes de calibre 12,7 x 99 mm, el llenado de la punta es una aleación de antimonio y plomo.

Calibres mayores como 20 x 102 mm, pueden tener en la punta del proyectil una espoleta que inicie la detonación por proximidad o impacto del blanco, similar a la función que cumplen, como veremos más adelante en los cohetes y misiles.

4.3.4.4.- LLENADO DE LA BASE

El llenado de la base, a veces conocido como sello de base, puede consistir en un compuesto trazador o compuesto iniciador. En este caso también, el tipo de material usado depende del propósito de la munición. Por ejemplo, las municiones trazadoras contienen en la base del proyectil un compuesto trazador, que permite señalar la trayectoria durante gran parte del vuelo hacia el blanco.



4.4.- CLASIFICACIÓN DE LAS MUNICIONES

Conforme al propósito para el cual fueron diseñadas, las municiones se clasifican según se indica a continuación:

4.4.1.- MUNICIÓN DE PRÁCTICA (TRAINING PRACTICE)

Esta munición se usa tanto para práctica de tiro, como también contra personas y objetivos de construcción liviana. Estos se identifican por la punta del proyectil pintado de color celeste general mente

4.4.2.- MUNICIÓN INCENDIARIA

Como lo indica su nombre, esta munición se emplea para iniciar incendios en los puntos de impacto, que pueden ser aviones o vehículos con poco blindaje. Los cartuchos incendiarios se identifican por la punta del proyectil pintado de color azul generalmente.

4.4.3.- MUNICIÓN TRAZADORA

Esta munición se usa primordialmente para la observación de los disparos del arma, a fin de que se puedan corregir los errores de puntería, por lo general se usa en cintas eslabonadas de munición, a razón de una trazadora por cada cuatro a siete tiros de munición de otro tipo, en especial de práctica. Las municiones trazadoras se identifican por su bala con punta de color rojo (Figura 4.7).



FIGURA 4.7
HELICÓPTERO DISPARANDO MUNICIÓN TRAZADORA A UN BLANCO TERRESTRE



4.4.4.- MUNICIÓN PERFORANTE

Las municiones perforantes se usan contra blancos protegidos (blindados), refugios de hormigón y otros blancos u objetivos resistentes a las municiones de práctica, incendiarias y trazadoras. Las puntas de las balas perforantes están pintadas de color negro para su identificación.

4.4.5.- MUNICIÓN PERFORANTE – INCENDIARIA

Esta munición sirve para un doble propósito, ya que tiene cualidades perforantes combinadas con una acción incendiaria.

4.4.6.- MUNICIÓN PERFORANTE-INCENDIARIA-TRAZADORA

Este tiro tiene todas las cualidades de la munición perforante-incendiaria, además de la característica trazadora para la observación de los disparos.

4.4.7.- MUNICIÓN DE EJERCICIO

Esta es una munición común y corriente a la cual se le ha quitado todo componente explosivo. Se usa en situaciones de adiestramiento en la carga y descarga de armas y para propósitos de identificación.

4.5.- VIDA ÚTIL Y ALMACENAMIENTO DE MUNICIONES

Para abordar la relación existente entre vida útil y su almacenamiento, es necesario considerar en primer lugar el concepto de vida útil de una munición, entendiendo que es el tiempo que la munición puede ser almacenada en forma segura y al ser utilizada funciona de acuerdo a los parámetros que indique el fabricante (velocidad de salida en boca del arma, alcance, entre otros).

Para cumplir con la vida útil, se debe contar con un lugar de almacenamiento que posea condiciones de temperatura y humedad ambiental controladas, asegurando de esta forma que el propelente no sufra una degradación de sus propiedades físico-químicas, lo que impediría su operación segura y eficiente.

Por otra parte, se ha logrado establecer en forma general, salvo especificación especial del fabricante de la munición, que la temperatura de almacenamiento debe fluctuar entre los 18 a 24 grados Celsius y no sobrepasar el 65% de humedad relativa del aire, cualquier fluctuación de los parámetros antes señalados, reducen la vida útil de la munición.



También habitualmente los fabricantes por razones comerciales y fijando parámetros de seguridad propios, indican que la vida útil de las municiones es de 10 años, sin especificar qué sucede una vez que una munición haya sobrepasado este límite de tiempo.

Por lo estudiado y visto en el campo de las municiones, éstas sobrepasan ese criterio, llegando en algunos casos comprobados a superar los 20 años, sin perder sus condiciones de funcionamiento de acuerdo a parámetros entregados por el fabricante, respetando las condiciones de almacenamiento.

4.6.- IDENTIFICACIÓN DE MUNICIÓN

Otro aspecto importante que se debe conocer sobre una munición es su identificación. Esto permite tener un conocimiento sobre los blancos en que se puede utilizar y también sobre el seguimiento de la condición durante toda su vida útil. Para ello, algunos aspectos básicos mínimos que deben ser precisados para su conocimiento, son:

4.6.1.- CALIBRE Y LARGO DE VAINA

Son dos medidas que individualizan a una munición. El calibre es el diámetro del proyectil en milímetros, medido en la unión de la boca de la vaina con el proyectil. El largo de la vaina que se mide en milímetros entre la boca de la vaina y el culote de ésta. En la Figura 4.8, se indica que el calibre o diámetro del proyectil es 9 mm y el largo de la vaina es 19 mm

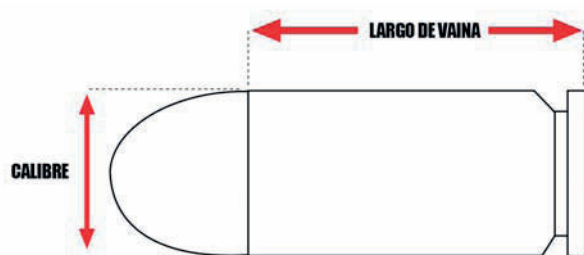


FIGURA 4.8
MUNICIÓN 9 X 19 mm

4.6.2.- TIPO

Referido a las características operacionales de la munición que permiten determinar la más adecuada, desde el punto de vista de un blanco determinado que se desea destruir.



4.6.3.- AÑO DE FABRICACIÓN Y LOTE

Como su nombre lo indica es el año en que se fabrica la munición. Respecto del lote, es el número de partidas de un tipo de munición que se fabrica durante el año. Estos dos antecedentes entregan información respecto de su vida útil.



CAPÍTULO V COHETES

5.1.- ANTECEDENTES

La historia del cohete desde su creación hasta nuestros días cubre un espacio de ocho siglos, pero su uso como armamento en aeronaves comienza durante la Segunda Guerra Mundial. Los cohetes son la respuesta a las necesidades de un arma que puede ser disparada sin retroceso desde una aeronave.

El cohete transportado y lanzado por aeronaves a corta distancia, tiene una precisión más alta a la de una bomba de aviación de caída libre lanzada desde una gran altitud.

5.2.- DESCRIPCIÓN

El cohete es un proyectil impulsado por la reacción de un chorro de gas que se descarga hacia atrás a gran velocidad. El gas es producido por el propelente que se quema dentro del cohete.

5.3.- COMPONENTES DEL COHETE

Básicamente el cohete se conforma por tres componentes: la cabeza de guerra, el motor y un sistema de estabilización, como se aprecia en la Figura 5.1.

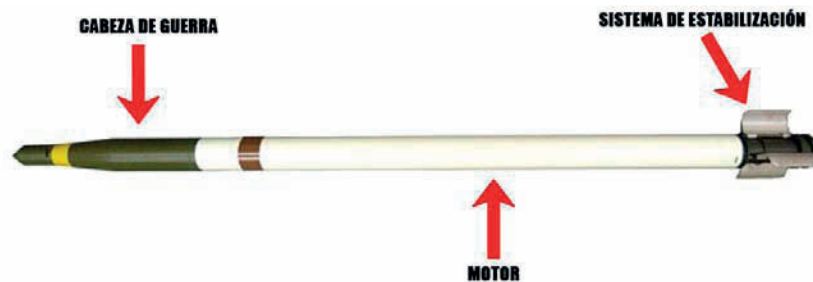


FIGURA 5.1
COMPONENTES PRINCIPALES DEL COHETE

5.3.1.- CABEZA DE GUERRA

La cabeza tiene todos los elementos necesarios para actuar contra el objetivo, de acuerdo a su diseño.



5.3.2.- MOTOR

Consiste en componentes que impulsan y estabilizan el cohete en vuelo. No todos los motores son idénticos, pero tienen ciertos componentes comunes. Estos componentes son el iniciador, tubo del motor, propelente y tobera, Figura 5.2.

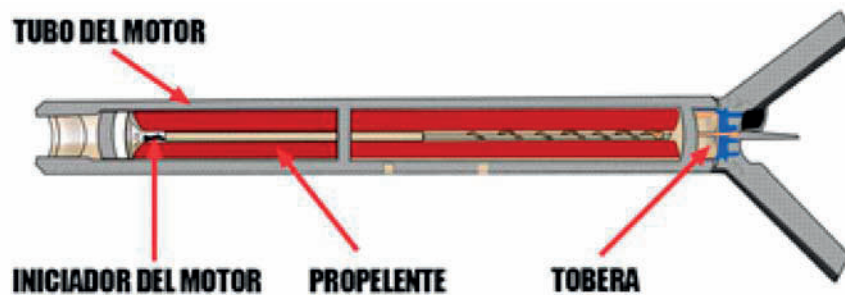


FIGURA 5.2
COMPONENTES PRINCIPALES DEL MOTOR DEL COHETE

Dentro del motor está el combustible sólido confinado en una estructura tubular, el cual una vez iniciado su quemado produce un chorro de gas a alta temperatura que es expulsado por la tobera del motor del cohete produciendo el impulso que hace desplazarse hacia el blanco.

Además, en la actualidad todos los tubos de motor son de aluminio, con sistemas delantero y trasero con hilos para atornillar la cabeza de guerra, la tobera y las aletas de estabilización.

5.3.3.- SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN

Es el sistema que estabiliza el vuelo del cohete en base a aletas que se encuentran plegadas y que al iniciar el vuelo se extienden hasta alcanzar la posición abierta o extendida por efecto de la presión del gas de salida del motor, fijándola mediante un elemento mecánico durante el vuelo del cohete, evitando que se cierren.

En las siguientes páginas se describen el principio de propulsión, su clasificación de acuerdo al propósito que fueron diseñados y los montajes desde donde son lanzados.

5.4.- EL PRINCIPIO DE PROPULSION DEL COHETE

El principio básico de la propulsión del cohete se puede describir e ilustrar como sigue: cuando se comprime un gas dentro de un envase cerrado de cualquier tamaño, la presión que se produce es igual y constante contra todos los lados del envase. La presión contra cualquier lado es contrarrestada por una presión igual contra el lado contrario y por lo tanto el envase no se mueve. Esta presión igual y opuesta se muestra en el esquema Figura 5.3.

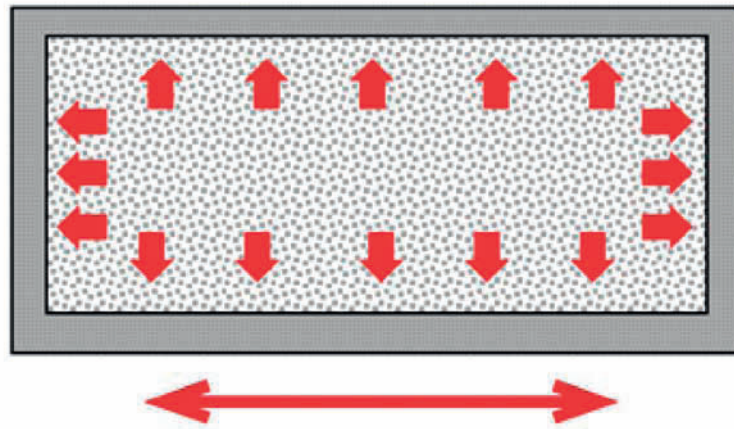


FIGURA 5.3
IGUALACIÓN DE PRESIONES INTERNAS

Cuando se hace una abertura hacia la atmósfera en un extremo del tubo, la presión en la abertura se reduce a casi la presión atmosférica, Figura 5.4.

Como consecuencia de esta abertura, el tubo tiende a moverse en la dirección del extremo cerrado a medida que un chorro de gas es expulsado por el extremo abierto. Es probable observar una reacción similar en un globo de juguete, el cual es lanzado por el aire si se suelta la abertura mientras el globo está inflado. Si se produce presión constantemente en el tubo, como sucede a medida que se quema la carga propulsora en un cohete, entonces habrá una presión alta contra el extremo cerrado del tubo mientras dure la carga propulsora.

En esta forma, la alta presión en el extremo cerrado, actuando sobre un área igual a la de la abertura, produce una fuerza o empuje en la dirección del extremo cerrado.

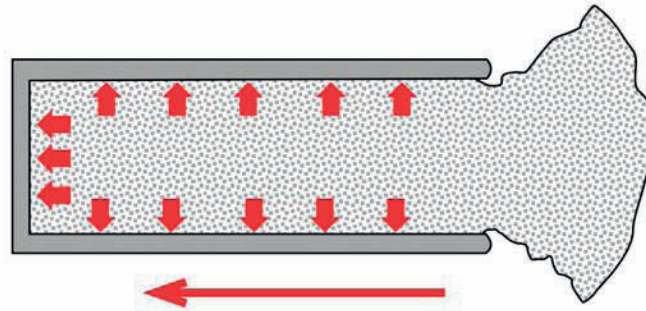


FIGURA 5.4
ESCAPE DE GASES

A medida que el gas pasa por las esquinas cuadradas de la abertura, hay una pérdida apreciable por fricción debido a la turbulencia. Estas pérdidas se evitan en gran parte usando la forma que se muestra en la Figura 5.5.

Este tipo de abertura tiene un contorno liso que permite el flujo del gas sin turbulencias. La abertura estrecha, denominada tobera, limita el flujo del gas y por consiguiente mantiene presión dentro del tubo, mientras arde la carga de proyección del cohete.

En este diseño, la presión del gas dentro del recipiente proporciona alrededor del 70 por ciento de la fuerza, y los gases que se escapan proporcionan aproximadamente 30 por ciento de la fuerza necesaria para mover el contenedor hacia delante.

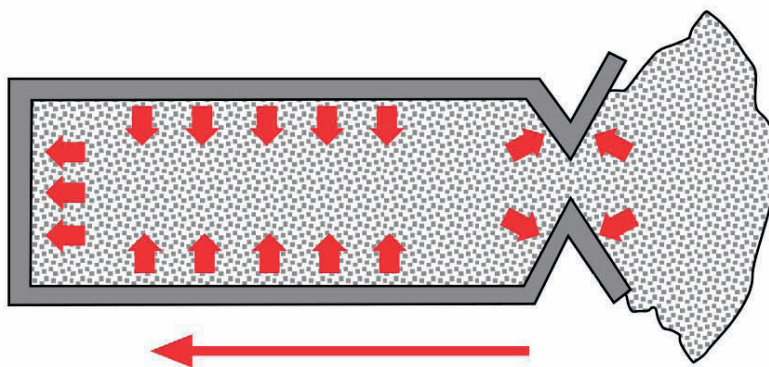


FIGURA 5.5
ESCAPE DE GASES A TRAVÉS DE UNA TOBERA



5.5.- CLASIFICACION DE LOS COHETES

Los cohetes se pueden clasificar de varias formas considerando el propósito que cumplen, el material que porta en su cabeza de guerra y de acuerdo a su sistema de propulsión.

5.5.1.- DE ACUERDO AL PROPÓSITO

De acuerdo con el fin para lo que han sido diseñados, los cohetes se clasifican como:

5.5.1.1.- DE GUERRA

Es aquel que es utilizado en combate y lleva una cabeza de guerra con material para producir efectos destructivos en los blancos que se determinen.

5.5.1.2.- DE PRÁCTICA

Es aquel que está diseñado para ser utilizado sobre objetivos en el adiestramiento de tripulaciones de las aeronaves que los lanzan, poseen una cabeza (inerte) que no porta explosivo.

5.5.1.3.- DE EJERCICIO

Son utilizados para el conocimiento y adiestramiento de personal de tierra (armeros), son inertes al no contar con sustancias explosivas ni en el motor, ni en la cabeza de guerra.

5.5.2.- DE ACUERDO AL TIPO DE CABEZA DE GUERRA

Respecto a este punto, existen distintos tipos de cabezas de guerra según sea el efecto que se desea obtener sobre el blanco, entre las cuales destacan:

5.5.2.1.- CABEZA DE GUERRA (HE-FRAG)

Está compuesta por alto explosivo y posee capacidad de fragmentación que se utiliza contra tropas y blancos sin blindaje, tales como camiones y aeronaves estacionadas, entre otros. Los fragmentos de metal que compone la cabeza de guerra, producto de la detonación, aumentan el daño producido al blanco.



5.5.2.2.- CABEZA DE GUERRA ANTITANQUE/ANTIPERSONAL (AT-APERS)

Combina la eficacia de la cabeza de guerra HE-FRAG y el efecto del calor. En esta cabeza de guerra se produce una detonación en su base, produciendo un chorro de calor orientado hacia el blanco tras el impacto.

5.5.2.3.- CABEZA DE GUERRA DE PROPÓSITO GENERAL (GP)

Es aquella que utiliza alto explosivo y tiene efectos sobre el blanco tanto por la perforación de blindajes como por los fragmentos que produce este elemento.

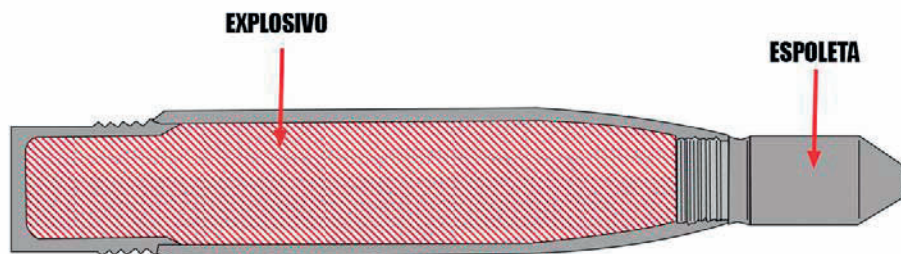


FIGURA 5.6
CABEZA DE GUERRA DE PROPÓSITO GENERAL

5.5.2.4.- CABEZA DE GUERRA FLECHETTE

Se utilizan en contra del enemigo y de sus objetivos blindados ligeros. Estas cabezas contienen un gran número de pequeños proyectiles en forma de dardo, generalmente de acero, con punta afilada y una cola con varias aletas para darle estabilidad durante el vuelo. Su nombre proviene del francés y significa dardo o pequeña flecha.

Una vez apagado el motor, una pequeña carga explosiva es activada produciendo que los proyectiles en forma de dardo sean impulsados hacia el blanco, a través de la parte delantera de la cabeza de guerra, alcanzando velocidades subsónicas en su caída. Son dirigidas a soldados y vehículos sin blindaje, los flechettes golpeaban sus blancos con la fuerza de una bala.

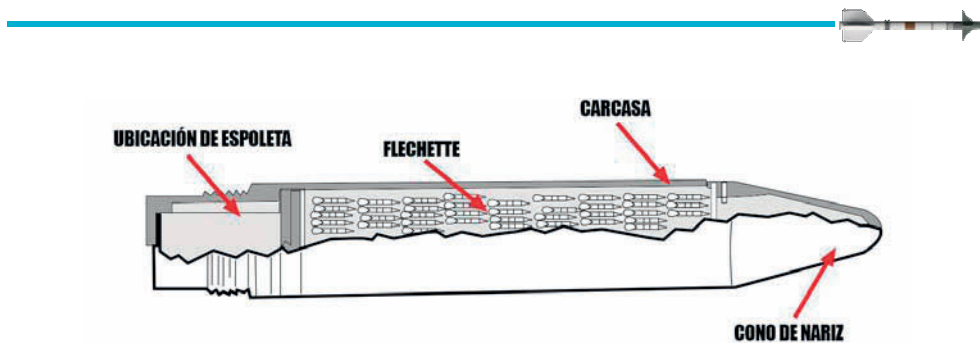


FIGURA 5.7
CABEZA DE GUERRA FLECHETTE

5.5.2.5.- CABEZA DE GUERRA DE HUMO (SMOKE)

Se utilizan para producir humo y así marcar un blanco. La cabeza de guerra contiene como agente químico un productor de humo.

5.5.2.6.- CABEZA DE GUERRA PARA ILUMINACIÓN (FLARE)

Se utilizan para alumbrar las operaciones tácticas. Se componen de una espoleta de retardo-acción, una candela que ilumina y un conjunto de paracaídas. La espoleta enciende la carga que expulsa y abre el paracaídas, además de activar la fuente lumínica, que se mantiene encendida durante el vuelo del paracaídas.



FIGURA 5.8
CABEZA DE GUERRA PARA ILUMINACIÓN

5.5.2.7.- CABEZA DE GUERRA PARA PRÁCTICA

Es inerte y simula una cabeza de guerra real. Posee las mismas características balísticas al lanzarse, de peso y en dimensiones, lo cual se aprecia en la Figura 5.6.

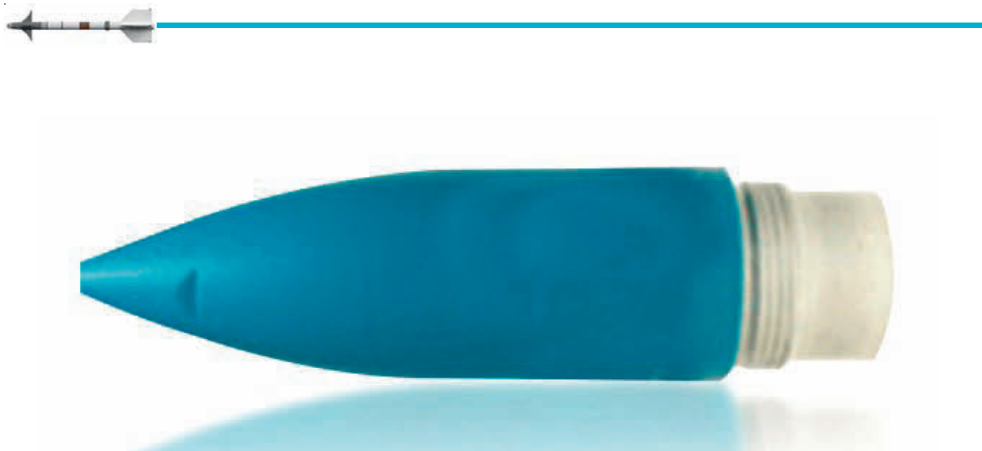


FIGURA 5.9
CABEZA DE GUERRA DE PRÁCTICA

5.5.3.- DE LA FORMA DE ACTIVACIÓN DE CARGAS DE COMBATE

Es necesario señalar que la activación de la carga explosiva que lleva un cohete es realizada por una espoleta, elemento que permite la activación cuando se cumple con los requisitos de su diseño. Las espoletas utilizadas para los cohetes en uso como armamento aéreo son:

5.5.3.1.-DE IMPACTO

Se activa cuando el cohete impacta el objetivo.

Todas las espoletas de impacto de cohetes actuales tienen el mismo tipo de mecanismo de seguridad y armado. Este mecanismo consiste en un rotor desbalanceado, que en virtud de las fuerzas de retroceso impulsa un sistema de tiempo de cambio de tren. Es necesaria una aceleración mínima determinada en una longitud dada de tiempo para completar el ciclo de armado. Si la aceleración del cohete es demasiado baja o se extiende sobre un período de tiempo demasiado corto, el mecanismo de armado vuelve a la condición de desarmado. El mecanismo de tiempo proporciona una distancia de separación segura del lanzador antes de armar.

Cuando se encuentra en la punta de la cabeza de guerra, disparando espoletas de impacto, se conocen como espoletas (PD) de puntos detonantes. Si se encuentran en la base de la ojiva, se conocen como espoletas de base detonantes (BD). La nariz y la base de espoletas funcionan ya sea instantáneamente o después de un breve retraso que da el tiempo a la ojiva para penetrar en el objetivo antes de que funcione.



5.5.3.2.- DE TIEMPO

La función es cumplida por la acción de un temporizador. Este contiene un fusible en un dispositivo de seguridad /armado y un mecanismo de reloj. El mecanismo de armado es similar al de las espoletas de impacto de detonación y requiere una aceleración mínima durante un tiempo determinado para completar el ciclo de armado. Al armar se inicia el temporizador mecánico y después de transcurrido un tiempo determinado, la espoleta inicia la activación del explosivo.

5.5.3.3.- DE ACELERACIÓN / DESACELERACIÓN

Las espoletas de aceleración-desaceleración son similares a las de impacto y a las espoletas de tiempo, ya que requieren de aceleración para un tiempo dado para completar el ciclo de armado. Después que el ciclo de activación se ha completado y la velocidad del cohete comienza a caer, la desaceleración provoca que la espoleta funcione.

5.5.3.4.- DE PROXIMIDAD (MEDIANTE SENSOR DE DISTANCIA)

Las espoletas inician su acción a través de la detección, por medios electrónicos, de la distancia de su objetivo. De esa forma se activa el explosivo que lleva el cohete, utilizándose principalmente en operaciones aire-tierra donde se desean explosiones en el aire por encima del objetivo. Su uso no es adecuado contra objetivos que requieren la penetración y la detonación dentro de él para la destrucción eficaz.

En general, las espoletas de proximidad consisten en un paquete electrónico en el extremo delantero, una batería térmica, un dispositivo de seguridad / armado y un refuerzo de explosivo en la base.

El mecanismo de armado es similar al de las espoletas de impacto de detonación y se requiere una aceleración mínima durante un tiempo determinado para completar el ciclo de armado.

5.6.- SISTEMA DE PROPULSIÓN

En el caso de los cohetes que utilizados como armamento aéreo, el propelente usado es sólido y es un compuesto orgánico homogéneo que va incrementando su base de nitrocelulosa con nitroglicerina y nitroguanidina según su requerimiento energético, por ejemplo la composita, esta sustancia inicia su quemado en forma homogénea, cuando el iniciador instalado en el motor del cohete es activado y los



gases que se originan producen el impulso necesario para desplazarlo. En la Figura 5.10, se aprecia la distribución interior del propelente en un motor cohete, en color rojo.



*FIGURA 5.10
DISPOSICIÓN DEL PROPELENTE AL INTERIOR DE MOTOR DEL COHETE*

5.7.- ALETAS PLEGABLES

Las aletas conforman el sistema de estabilización del cohete, y éstas habitualmente se encuentran plegadas dentro del sistema de lanzamiento, armándose al salir del tubo del lanzador, cuando el cohete es lanzado, manteniéndose desplegadas hasta el impacto con el blanco, en la forma que aparece en la Figura 5.11.



*FIGURA 5.11
ALETAS DEL MOTOR COHETE DESPLEGADAS*



5.8.- LANZACOHETES

Para que un cohete sea efectivo contra el blanco que se determina, debe ser orientado en el momento de lanzarlo para que tenga una dirección inicial correcta, o sea, necesita una plataforma desde donde se direcciona el cohete. Existen dos tipos de lanzacohete, el de poste fijo y el tubular.

5.8.1.- LANZACOHETES DE SOPORTE FIJO

Se usan durante la Segunda Guerra Mundial y la Guerra de Corea, éstos llevaban un cohete en cada soporte y sobresalían debajo de las alas de los aviones, como se muestra en la Figura 5.12.

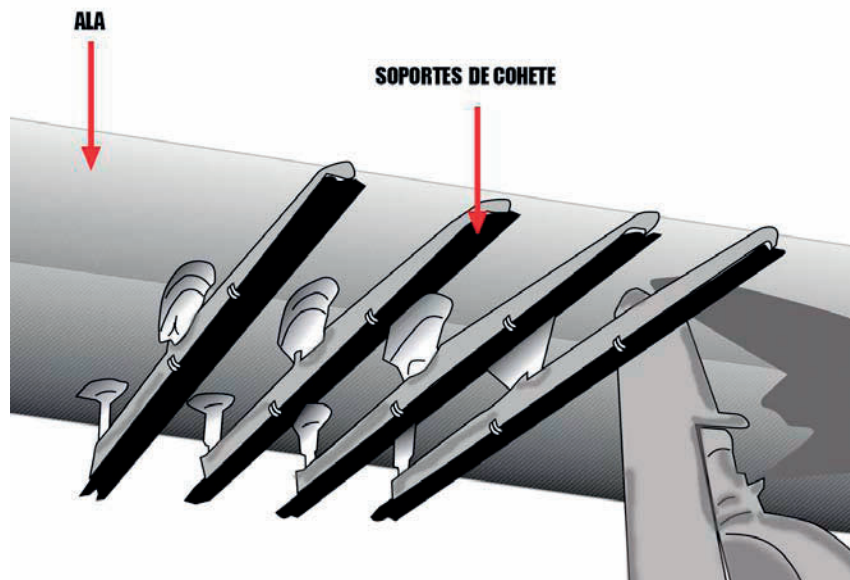


FIGURA 5.12
SOPORTES FIJOS DE COHETES BAJO EL ALA DE UN AVIÓN
(SEGUNDA GUERRA MUNDIAL)

5.8.2.- LANZACOHETES ACTUALES

Son contenedores metálicos o de material compuesto, ubicados bajo las estaciones o puntos duros de aviones o helicópteros, los que poseen alojamiento en donde son instalados los cohetes. Existen lanzacohetes con capacidad de 4, 6, 7, 9 y 19 cohetes, a modo de ejemplo, y pueden ser reutilizables o pueden ser desechados una vez utilizados, según sea su diseño.



En la Figura 5.13, este diseño permitió llevar una mayor cantidad de cohetes en las aeronaves, que los lanzacohetes de soporte fijo usados inicialmente.



FIGURA 5.13
LANZADOR MÚLTIPLE DE 7 COHETES



CAPÍTULO VI MISILES

6.1.- DEFINICIÓN

El misil es un ingenio que puede ser lanzado desde una plataforma (aérea, naval o terrestre) con la intención, mediante propulsión propia, de transportar carga militar hacia un blanco fijo o móvil, con el propósito de destruirlo. Este ingenio es guiado hacia el blanco en todo momento y su carga de combate (explosivo) se activa por proximidad o por impacto directo en el blanco seleccionado.

6.2.- PROPÓSITO

Conocido es que el propósito de un misil es destruir o dañar el blanco. El tipo de blanco afectado influye en las características de diseño del misil; sin embargo, cada misil cumple con los siguientes requisitos básicos:

- Debe tener velocidad suficiente para interceptar su objetivo.
- Debe ser maniobrable durante su vuelo para corregir su trayectoria según sea necesario con el fin de interceptar el objetivo.
- Debe ser capaz de infligir un grado satisfactorio de daño al objetivo que intercepta.
- El misil y sus componentes deben ser seguros de manejar, almacenar y usar.

En general, un misil típico tiene una forma cilíndrica larga, con una nariz ovalada o de forma semiesférica. Está equipado con alas móviles y fijas alrededor de su superficie exterior.

6.3.- COMPONENTES DE UN MISIL

En forma general, en los actuales misiles aire-aire se distinguen los siguientes componentes principales: sistema de guiado, sistema de propulsión, carga de combate, sistema de espoleta, seguro y armado y alas. También existen otros componentes internos tales como: la batería térmica y el dispositivo de seguro y armado, entre otros. Lo señalado anteriormente se aprecia en la Figura 6.1 y se describen a continuación.

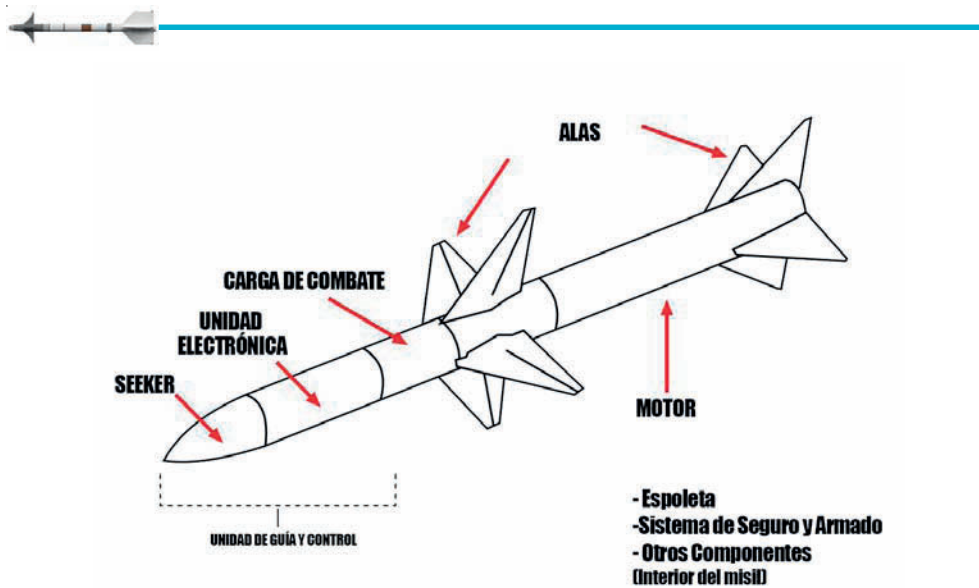


FIGURA 6.1
COMPONENTES PRINCIPALES DE UN MISIL

6.3.1.- GUIADO Y CONTROL

La sección de guía y control es el cerebro del misil. Esta incluye los sistemas de detección del objetivo, seeker, por alguna indicación física de éste (reflexiones radar o las características térmicas de los objetivos), Figura 6.2 y la unidad electrónica de procesamiento de la información que permite iniciar las órdenes de orientación y dirección, que modifica su trayectoria a través del movimiento que ejecutan las componentes móviles del misil (alas).



FIGURA 6.2
SISTEMA DE BÚSQUEDA DEL MISIL



6.3.2.- CARGA DE COMBATE

Es el componente explosivo que transporta el misil y su propósito es destruir o dañar severamente el blanco por proximidad o impacto directo.

Las cargas de combate usadas en los misiles tienen como explosivo más común en uso el H-6, HBX o PBX, el peso a utilizar varía ampliamente, dependiendo del tipo de misil; en la Figura 6.3, se aprecia una carga de combate de un misil.

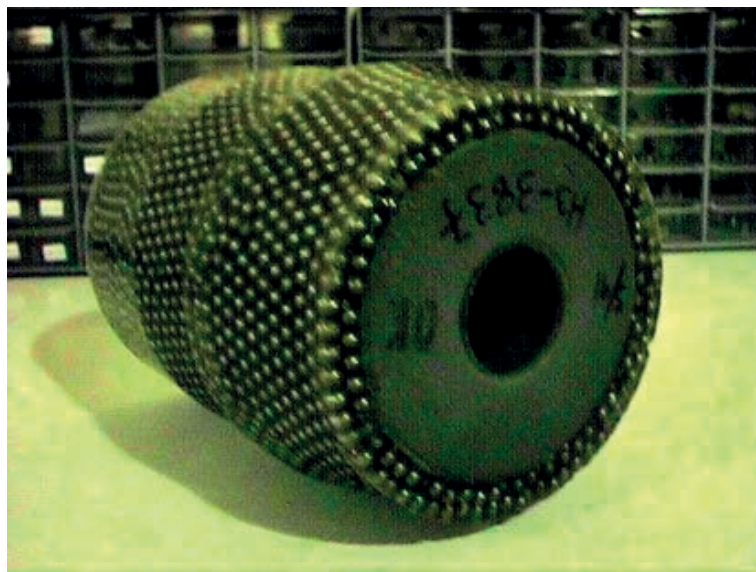


FIGURA 6.3
CARGA DE COMBATE DE MISIL AIRE – AIRE PYTHON III

El efecto destructivo que produce la carga de combate puede ser aumentado al colocar fragmentos o pequeñas esferas (acero, tungsteno, etc.), las que son proyectadas por la explosión hacia el blanco. La proyección de la carga de combate puede ser radial, como se aprecia en la Figura 6.4 o puede estar orientado hacia el blanco.

6.3.3.- ESPOLETA

Mecanismo que tiene por misión activar la carga de combate del misil al encontrarse próximo al objetivo (7 a 10 metros aproximadamente) o por impacto directo en el blanco, en ambos casos con el propósito de producir su destrucción, como se visualiza en la Figura 6.5.

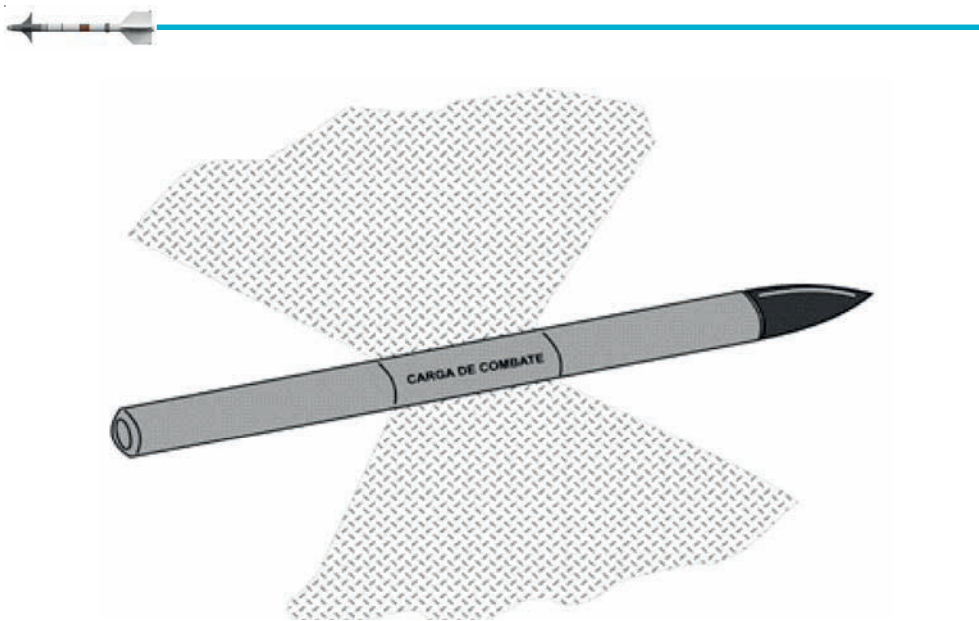


FIGURA 6.4
EFFECTO RADIAL DE LA CARGA DE COMBATE DE UN MISIL

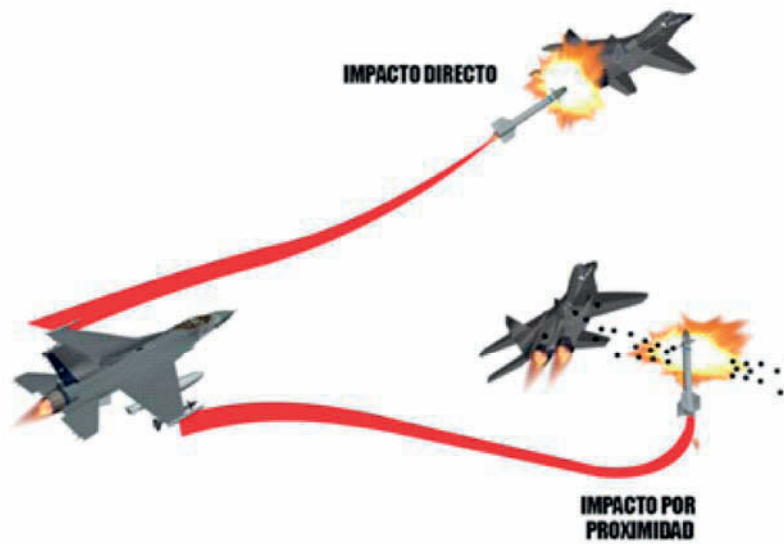


FIGURA 6.5
ACTIVACIÓN DE ESPOLETA POR IMPACTO DIRECTO Y PROXIMIDAD



6.3.4.- MOTOR

Proporciona el empuje necesario para el lanzamiento y vuelo del misil hacia el blanco a destruir.

Los misiles guiados usan alguna forma de energía para la propulsión. En el caso de los misiles lanzados desde aeronaves, hay dos tipos básicos de plantas de propulsión: el chorro atmosférico (de aire) y los sistemas de propulsión por chorro térmico. La diferencia básica entre los dos sistemas, es que el motor de chorro atmosférico depende de la atmósfera para suministrar el oxígeno necesario para iniciar y mantener la combustión del combustible. El motor de chorro térmico funciona independientemente de la atmósfera, al iniciar y mantener la combustión con su propio suministro de oxígeno contenido dentro del misil.

6.3.4.1.- SISTEMA DE PROPULSIÓN ATMOSFÉRICA DEL JET

Existen tres tipos de sistemas de propulsión a chorro atmosférico: el turboreactor, el pulsojet y el ramjet. De estos tres sistemas, solamente el motor del turboreactor se utiliza actualmente en los misiles lanzados por aire. Un motor turboreactor típico incluye una entrada de aire, un compresor mecánico accionado por una turbina, una cámara de combustión y una boquilla de escape. El motor no requiere refuerzo y puede comenzar a operar con aceleración cero.

6.3.4.2.- SISTEMA DE PROPULSIÓN DE JET TÉRMICO

Los chorros térmicos incluyen propelente sólido (Figura 6.6), propelente líquido (Figura 6.7) y un sistema combinado.

La mayoría de los misiles lanzados desde el aire, utilizan el motor cohete de propelente sólido. Incluyen propelentes de pólvora de base doble y de base múltiple sin humo, así como la mezcla de ambas. Las configuraciones de grano varían con los diferentes misiles. Las características de potencia y las limitaciones de temperatura de los motores individuales también varían.

En algunos misiles, existen diferentes requisitos de empuje durante la fase inicial del vuelo y en la fase de velocidad sostenida de éste. En el motor de un misil actual combina ambas fases de acuerdo a la geometría que posee el propelente. El grano del propelente está configurado de manera que éste cumple al quemarse, los requisitos para proveer de un impulso inicial al misil y luego, al alcanzar una velocidad mayor, sostenerlo durante su vuelo hacia el blanco.

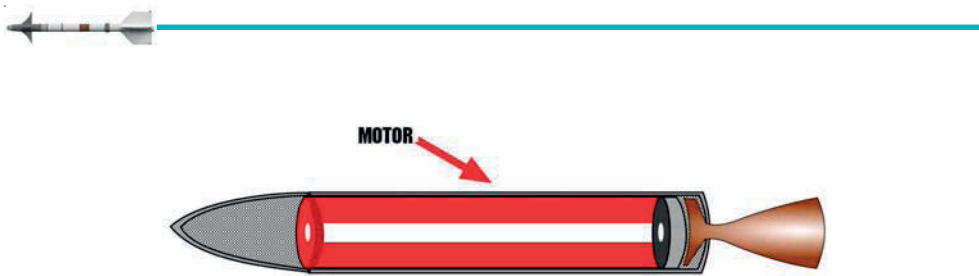


FIGURA 6.6
MOTOR DE PROPELENTE SÓLIDO

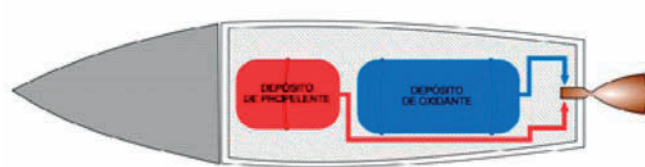


FIGURA 6.7
MOTOR DE PROPELENTE LÍQUIDO

6.3.5.- ALAS

Habitualmente los misiles poseen alas fijas y móviles, estas últimas al moverse de acuerdo a las correcciones de la trayectoria, permiten al misil buscar el blanco enganchado e impactarlo. Se aprecia en la Figura 6.8, un misil con superficies de control móviles y fijas.



FIGURA 6.8
ALAS MÓVILES Y FIJAS DE MISIL PYTHON V

6.3.6.- SISTEMA DE SEGURO Y ARMADO

Es un importante componente que cumple la misión de mantener en una condición segura (no alineada) la carga de combate hasta que se cumplan ciertos requisitos de aceleración después que el misil se dispara y permitan que la carga de combate del misil se active por proximidad o impacto al blanco, según discrimine la espoleta, Figura 6.9.



FIGURA 6.9
SISTEMA DE SEGURO Y ARMADO DE UN MISIL

6.3.7.- OTROS COMPONENTES

Son aquellos componentes que apoyan el funcionamiento integral del misil, son a manera de ejemplo: el sistema de refrigeración, batería térmica (Figura 6.10), iniciadores y booster (amplificadores) de la carga de combate, entre otros, considerando que son muy importantes de acuerdo a la función que cumplen, ya que permiten el funcionamiento del misil.

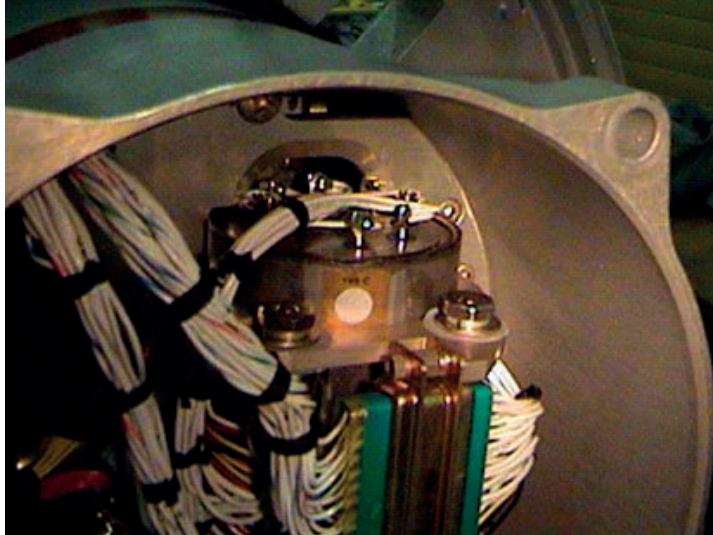


FIGURA 6.10
UBICACIÓN DE LA BATERÍA TÉRMICA DENTRO DE UN MISIL

6.4.- CLASIFICACIÓN

Los misiles pueden ser clasificados o agrupados de diversas formas, el autor ha creído conveniente señalar que dichas formas no son las únicas posibles pudiendo existir otras, considerando los avances tecnológicos y diferentes criterios que puedan adoptar otros autores.

La clasificación de misiles está dada por su alcance, por rango de operación, por velocidad, por sistema de propulsión, por forma de guiado y por último, por la generación a la cual pertenece.

6.4.1.- POR ALCANCE

En este aspecto, se aplica a los misiles aire-aire, utilizados en las fuerzas aéreas del mundo y obedecen a las zonas en donde los misiles desarrollados son más eficientes, ellos son:

DESCRIPCIÓN	ALCANCE
Muy corto alcance:	Hasta 5 Km
Corto alcance:	Entre los 5 y 15 Km
Mediano alcance:	Entre los 15 y 60 Km
Largo alcance:	Sobre los 60 Km



6.4.2.- POR RANGO DE OPERACIÓN

Los misiles están usualmente divididos en dos grupos. Los misiles denominados "WVR" (within visual range – en rango visual) que acentúan su diseño en la agilidad y no en el alcance y tienden a usar guía por infrarrojos, y los tipos "BVR" (beyond visual range – fuera del alcance visual) que son misiles de mediano y largo alcance contando con algún tipo de guía por radar y, los más modernos, guía inercial con actualizaciones en su trayectoria.

6.4.3.- POR VELOCIDAD

La capacidad de velocidad de los misiles guiados se expresa en números de Mach. Un número Mach es la relación entre la velocidad de un objeto y la velocidad del sonido en el medio a través del cual se mueve el objeto. Bajo condiciones atmosféricas estándar, la velocidad del sonido es de 1.225 Km/hora a nivel del mar (Mach 1.0). Los misiles guiados se clasifican según su velocidad como se muestra a continuación:

DESCRIPCIÓN	RANGO
Subsónico:	Hasta Mach 0.8
Transónico:	De Mach 0.8 a Mach 1.2
Supersónico:	De Mach 1.2 a Mach 5.0
Hipersónico:	Sobre Mach 5.0

6.4.4.- POR SISTEMA DE PROPULSIÓN

En cuanto a los sistemas de propulsión que han usado los misiles aire, desde sus comienzos, son los siguientes:

6.4.4.1.- MOTOR DE COMBUSTIBLE LÍQUIDO

Esta forma de propulsión se remonta a los primeros misiles desarrollados por los alemanes en la Segunda Guerra Mundial, a través del misil Ruhrstahl X-4, el cual no entró en operaciones.

6.4.4.2.- MOTOR DE COMBUSTIBLES SÓLIDO.

Este motor consta en su interior de una carga propulsora sólida, la cual una vez encendida se quema de una manera predecible y produce gases de combustión, los cuales impulsan el misil.



6.4.5.- POR GUIADO

Los misiles actualmente en uso en aviación, denominados aire – aire, utilizan principalmente como guía sistemas de radar, infrarrojos y electro ópticos, para ser guiados por aire hacia su objetivo.

Un sistema de guía de orientación es aquel en que el misil busca el objetivo, guiado por alguna indicación física del propio objetivo. Las reflexiones radar y las características térmicas de los objetivos son posibles influencias físicas en las que se basan los sistemas de guiado, los que se detallan a continuación:

6.4.5.1.- GUIADOS POR RADAR

La guía por radar se utiliza normalmente para misiles de medio o largo alcance, donde la firma infrarroja del blanco es demasiado débil para que un detector infrarrojo pudiese hacer un seguimiento. Hay tres tipos principales de misiles guiados por radar: activos, semiactivos y pasivos.

Para eludir este tipo de misiles generalmente se utilizan métodos como realizar fuertes maniobras para romper su enganche (que dejen de seguir el avión objetivo), lanzar chaff y contramedidas electrónicas, combinándose ambos en muchas ocasiones.

6.4.5.1.1.- RADAR ACTIVO

En este sistema, la iluminación del blanco es suministrada por un componente transportado en el misil, tal como un transmisor de radar. Las señales de radar (Figura 6.11) transmitidas desde el misil se reflejan en el objetivo y retornan de nuevo al receptor en el misil. Estas señales reflejadas dan la información como la distancia y la velocidad del objetivo. Esta información permite a la sección de guía calcular el ángulo de ataque correcto para interceptar el objetivo.

La sección de control que recibe los comandos electrónicos de la sección de guía, controla el ángulo de ataque del misil. Las alas móviles o superficies de control montadas externamente sobre el cuerpo del misil se mueven mecánicamente. Estas son accionadas por energía eléctrica, generador de gas, o sus combinaciones, permitiendo alterar la trayectoria del misil para orientarse siempre en la búsqueda del blanco a destruir.

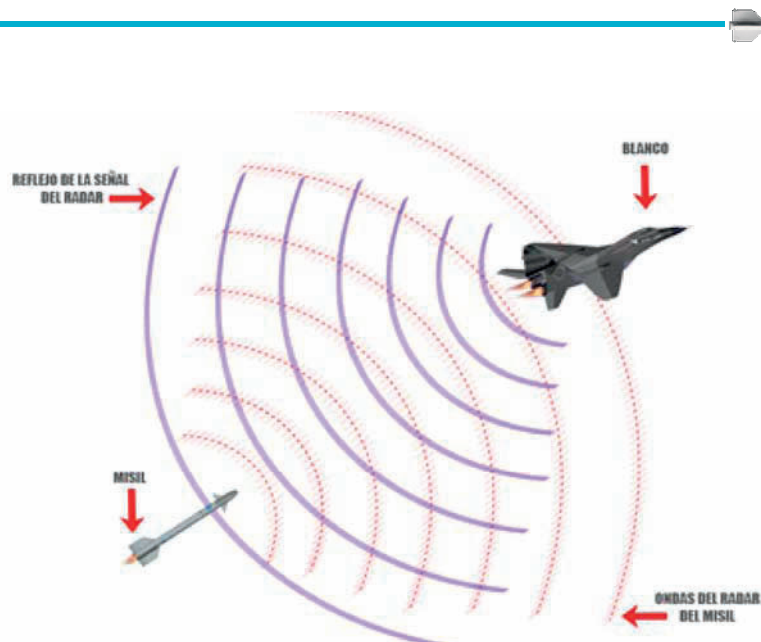


FIGURA 6.11
SISTEMA DE GUÍA POR RADAR ACTIVO

6.4.5.1.2.- RADAR SEMIACTIVO

En el sistema de guía semiactivo (Figura 6.12), el misil recibe su iluminación de destino desde una fuente externa, tal como un transmisor llevado en el avión de lanzamiento. El receptor del misil recibe las señales reflejadas del objetivo, calcula la información y envía comandos electrónicos a la sección de control. La sección de control funciona de la misma manera que se ha definido anteriormente, accionando las superficies móviles que cambian la trayectoria del misil para que se acerque y destruya el blanco.

A pesar que es simple y común, esto significa que el avión del lanzamiento tiene que mantener un enganche sobre el objetivo (mantener iluminando el avión objetivo con su propio radar) hasta que el misil hace la interceptación, lo que limita su capacidad de maniobra, que puede ser necesaria para evadir amenazas del avión enemigo u otras aeronaves presentes.

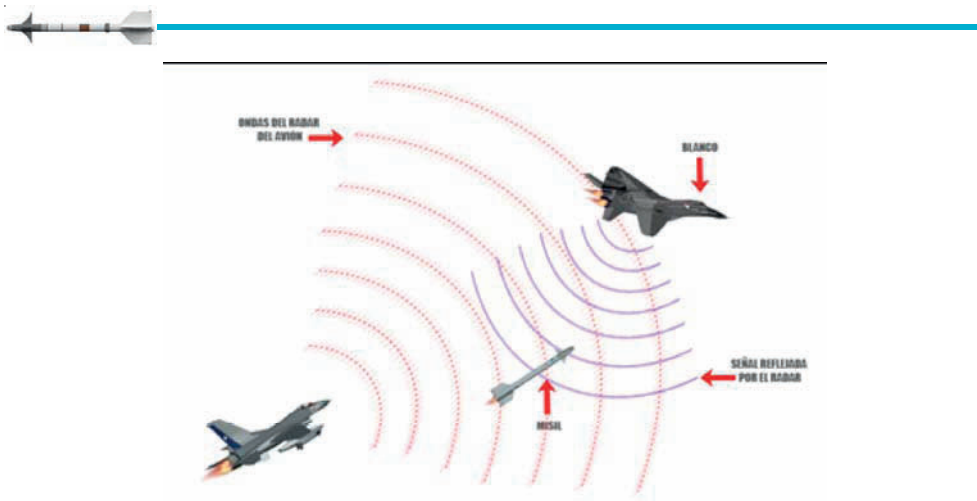


FIGURA 6.12
SISTEMA DE GUÍA RADAR SEMIACTIVO

6.4.5.1.3.- RADAR PASIVO

En el sistema de localización pasiva (Figura 6.13), la inteligencia dirigida es recibida desde el objetivo. Ejemplos de guía pasivo incluyen guía en una fuente de radiación infrarroja (como el escape de los gases calientes de la turbina de los aviones a reacción) o señales de radar que emite la aeronave. Al igual que la guía activa, la guía pasiva es completamente independiente del avión de lanzamiento. El receptor de misiles recibe señales generadas por el objetivo y entonces la sección de control de misile:

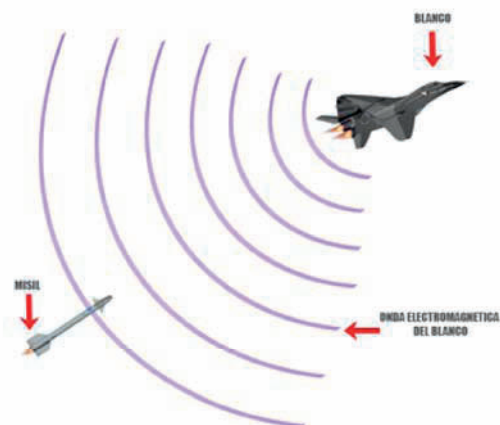


FIGURA 6.13
SISTEMA DE GUÍA PASIVO



6.4.5.2.- INFRARROJO

Los misiles guiados por infrarrojo (IR) detectan el calor producido por una aeronave. Los primeros detectores de infrarrojos tenían poca sensibilidad, por lo que sólo podían rastrear la tobera de escape caliente del motor de un avión.

Esto significaba que un avión de ataque tenía que maniobrar hasta una posición detrás de su objetivo antes de que pudiera disparar un misil guiado por infrarrojo (conocidos como misiles de "aspecto trasero"). Esto también limita el alcance del misil ya que la firma infrarroja pronto se vuelve demasiado pequeña para ser detectada con la distancia.

Misiles más modernos pueden detectar el calor de la superficie de un avión, calentada por la fricción del flujo de aire, además de una firma de calor del motor más débil cuando la aeronave se ve desde un lado o de frente. Esto, combinado con una mayor maniobrabilidad, les otorga capacidad "todo aspecto" y un avión de ataque ya no tiene que estar detrás de su objetivo para disparar. Aunque lanzar desde atrás del objetivo aumenta la probabilidad de un impacto, el avión que lanza por lo general tiene que estar más cerca del objetivo en una persecución de cola.

Un avión puede defenderse contra misiles de infrarrojos lanzando bengalas (flares) que son más calientes que la aeronave, por lo que el misil se desvía hacia el blanco más caliente. Señuelos remolcados y perturbadores de infrarrojos también se pueden utilizar. Algunas grandes aeronaves y helicópteros de combate hacen uso de los llamados "hotbrick" inhibidores de infrarrojos, montados típicamente cerca de los motores.

6.4.5.3.- ELECTRO ÓPTICO

Un avance reciente en guía de misiles es el de imagen electro óptico. El misil israelí Python V dispone de un buscador electro óptico que escanea la zona designada para los objetivos a través de imágenes ópticas. Una vez que el objetivo sea ubicado, el misil se engancha a él hasta destruirlo.

El buscador electro-óptico puede ser programado para apuntar hacia un área vital de una aeronave, tales como la cabina del piloto. Puesto que no depende de la firma de calor de la aeronave de destino, puede ser utilizado contra objetivos de baja firma calórica tales como vehículos aéreos no tripulados y misiles de crucero. Sin embargo, las nubes pueden estorbar los sensores electro-ópticos. Esto puede ser complementado con sistemas de detección infrarroja.



6.4.5.4.- PASIVO ANTIRRADIACIÓN

La evolución de los diseños de misiles anti-radiación (ARM) llevaron a convertir el diseño del misil, pionero en Vietnam, utilizado contra emisores de misiles tierra-aire (SAM), a un arma de intercepción aérea. El misil es totalmente pasivo y sólo detecta las emisiones del radar de la aeronave objetivo.

El desarrollo de misiles pasivos, se considera que es una contramedida de baja observabilidad contra aeronaves que suelen montar poderosos radares de intercepción aérea. Debido a su dependencia de las emisiones del radar de los blancos (aeronaves), los misiles aire-aire anti-radiación, limitan principalmente a la geometría de intersección desde el aspecto frontal.

6.4.6.- DE ACUERDO A SU GENERACIÓN

En esta clasificación se consideran los misiles aire-aire, en forma especial.

6.4.6.1.- PRIMERA GENERACIÓN

En la primera generación de misiles, una de las características de estas armas es la baja sensibilidad de sus sensores IR, su relativo corto alcance (más que las ametralladoras y cañones) y la obligatoriedad que tiene el avión atacante de situarse en una determinada posición: atrás del avión adversario.

Por la baja sensibilidad del sensor IR, la ubicación para lanzar el misil no podía exceder, en general, un ángulo de 30° atrás del cono de salida de gases o tobera de escape del motor de la aeronave.

Esta característica en el lanzamiento y capacidad rastreadora del misil, hacen que sea altamente sensible y vulnerable al uso de contramedidas como flares para provocar su engaño, como también a bruscas maniobras del avión atacado para salir del curso obligado que debía seguir el misil para impactarlo.

En los primeros misiles de este tipo, se dio el caso que algunos podían ser atraídos por el sol (días de mucho calor) o por su reflejo en algún lugar de tierra. Parece extraordinario, pero así sucede más de una vez con Sidewinder AIM - 9 B (Figura 6.14).

Sin embargo, este tipo de misiles es exitoso y se ha empleado en grandes cantidades.



Representantes típicos de esta generación de armas aire – aire son los primeros modelos de la familia aire - aire Sidewinder AIM-9, lanzados en 1953 en sus versiones B y E, el producto israelí Shafrir 1 (proyecto cancelado) los misiles soviéticos AA-1 "Alkali" (primer misil A-A ruso), AA-2 "Atol", AA-3 Anab, el SRAAM (short range air to air misil) y el Firestreak, inglés y algunos modelos fabricados en Alemania, Japón y otros países y que fueron construidos bajo licencia o derivaron fundamentalmente de los Sidewinder norteamericanos.



FIGURA 6.14
MISIL SIDEWINDER 9 B

6.4.6.2.- SEGUNDA GENERACIÓN

Esta nueva familia se caracteriza porque se mejora en el misil el campo de tiro y distancia de lanzamiento. Se logra que el arma pueda dispararse en un ángulo de hasta 45°, pero siempre desde atrás buscando la cola del avión adversario. Es el desarrollo de los sensores IR lo que permite este avance, que pasa a ser bastante significativo y que dura un relativo largo tiempo.

Como se puede apreciar, un misil de la segunda generación difiere poco de uno de la primera, la diferencia aunque importante no evita que ambos tipos de armamento estén afectos a similares dificultades ante el uso de contramedidas electrónicas o a algún tipo de maniobra que pueda realizar un avión atacado, más aún si esta aeronave posee una gran capacidad para realizarlas y es de altas performances.

El hecho que el empleo de misiles de las dos generaciones señaladas obligue a buscar determinadas posiciones para poder colocarse con alguna ventaja en posición de tiro, determina que haya un largo tiempo de maniobras para llegar a estar en condiciones favorables como la indicada, situación no compatible al enfrentar



aviones de última generación y que además porten misiles aire - aire más avanzados que los señalados.

Exponentes de esta generación son los Sidewinder AIM-9 D, G y H en que su alcance efectivo se incrementa a cerca de 17 Km.; el Shafrir II israelí que entra en servicio en 1969 y que debuta exitosamente en la Guerra de Yom-Kippur y del cual la Fuerza Aérea de nuestro país tiene en su inventario (Figura 6.16), el misil AA - 8 "APHID" soviético y el Red-Top inglés, que reemplaza al Firestreak entre otros.



FIGURA 6.15
MISIL SHAFRIR II

6.4.6.3.- TERCERA GENERACIÓN

Los misiles de esta generación hacen su aparición en la segunda mitad de la década del setenta y su desarrollo está íntimamente ligado a las notables performances alcanzadas por los aviones de combate más modernos de la época.

Su altísima maniobrabilidad, sus capacidades de empleo a altos ángulos de ataque, así como la posibilidad de mantener virajes sostenidos a altas "G", entre otros, hizo que los misiles Aire-Aire de primera y segunda generación pasan a ser armas inadecuadas contra tales tipos de aeronaves.

El proceso de enganche y posterior impacto a un avión de tales características, demanda de un misil capaz de enganchar una aeronave adversaria prácticamente en cualquier posición que ella se encuentre en el campo visual del piloto.

Para ello, el arma debe contar con un sistema de seguimiento tal, que permita que el blanco no pueda evadir el enganche con una maniobra brusca o que sea



resistente al empleo de contramedidas como flares, por último que el campo de tiro del misil no esté limitado sólo a un determinado ángulo o cono de la parte trasera del avión, como sucede con los misiles aire - aire anteriores.

La superación de estas y otras consideraciones operacionales llevan al desarrollo de los misiles de esta generación cuya característica principal es la que los hace claramente diferentes de sus antecesores, la denominada capacidad de “todo o amplio aspecto”.

Factor clave en el desarrollo de esta generación de misiles es el incremento notable de las capacidades de detección de las cabezas IR del arma y de la maniobrabilidad de estos misiles.

Los sistemas IR empleados en este tipo de misiles permiten algo nunca antes logrado, en los misiles de primera y segunda generación, esto es la capacidad de efectuar detecciones en posiciones frontales. Esta característica de mayor capacidad de detección de emisiones calóricas que emite la aeronave, incrementando a su vez la distancia de detección para su lanzamiento al blanco.

Esta especial característica de los misiles de tercera generación, provoca un serio cambio en las tácticas y técnicas del combate aéreo, ya no basta con que el avión se le "coloque en la cola", sino también debe evitar ser detectado en cualquier posición ante el supuesto que el adversario cuenta con misiles de este tipo.

Por otra parte, una vez hecho el primer disparo, el atacante debe salir lo antes posible de la visión del blanco, lo que determina que la capacidad del avión en cuanto a razones instantáneas de viraje y alta capacidad para aceleraciones y maniobras pasan a ser elementos críticos y determinantes, en cuanto a la calidad de un avión moderno para el combate aéreo cercano.

Aviones como el F-16 C/D o el F-18, con sistemas de controles de vuelo "Fly-by-wire" y digitales, por ejemplo, satisfacen estos requerimientos. Para este tipo de capacidades, es notable el optimizado comportamiento aerodinámico de los aviones rusos concebidos a comienzos de los setenta y puestos en servicio en los ochenta, como sucede con los Su-27 y MiG-29, aeronaves capaces de obtener razones de viraje instantáneas por sobre los 20° por segundo, durante un combate aéreo cercano.

Ejemplos de misiles Aire-Aire de tercera generación y sus capacidades, están en los modelos AIM-9L, armas que muestran excelentes resultados en la Operación.



"Paz para Galilea" por parte de la Fuerza Aérea de Israel y el conflicto del Atlántico Sur, por parte de la Real Fuerza Aérea de Inglaterra.

Otros ejemplos de este tipo de misiles son el Python III, que se muestra en la Figura 6.16, Dartes y otros.



*FIGURA 6.16
MISIL PYTHON III*

6.4.6.4.- CUARTA GENERACIÓN

Esta generación de misiles puede ser señalada como propia de la década de los noventa. Nace como una respuesta a las cada vez mejoradas características de vuelo de los aviones de combate de última generación.

Al igual que las armas anteriores, son también del tipo IR y su gran diferencia con aquellas que los preceden es que son extraordinariamente ágiles desde el punto de vista aerodinámico, pudiendo maniobrar con fuerzas por sobre las 50 "G". Además, este tipo de misiles usa varios detectores IR (multielementos) dispuestos en formas especial, lo que les permite discriminar por velocidad si ha detectado, por ejemplo, un "flare" o a un avión.

Una de las características de los misiles de esta generación es que actúan en dos etapas, usando la primera para lograr las altas aceleraciones requeridas y la segunda para el seguimiento de su blanco.

Otra diferencia con los misiles de anteriores generaciones, es que en ellos se ha ampliado notablemente el campo visual desde donde pueden ser lanzados, llegando a ser éste de casi 90 °.



Al igual que los de tercera generación, son de amplio espectro, pero de muchas mayores capacidades.

Un misil de 4ª generación puede engancharse a un blanco en una muy variada geometría, y una vez enganchado puede seguir su objetivo al margen de las maniobras más extremas que puede hacer el avión atacado, teniendo altísimas probabilidades de ser un derribo seguro.

Recordemos que contra los misiles de 1ª y 2ª generación bastaba, aunque no era muy simple, dejar al misil fuera del cono trasero del avión (30° a 45°), para que no se produjera el impacto. El misil podía pasar de largo.

La altísima razón de viraje de un misil de 4ª generación, como de alta maniobrabilidad a altas "G", le permiten el seguimiento y posterior interceptación de un avión que mantenga el viraje sostenido de altas G, hecho que un misil de 3ª generación como un AIM 9L o M no puede hacer.

Un misil Aire-Aire R-73 "Archer" (misil ruso) por ejemplo, tiene un control de empuje orientable, usa aletas canard para el control de los ejes "Pitch" y "Yaw" y tiene alerones en la parte de la cola que controlan la estabilización en el eje longitudinal. Según estudios hechos por la USAF, un misil "Archer" puede llegar a realizar virajes de 40-50 G para interceptar un blanco maniobrando en viraje sostenido de hasta 12 G, más allá de lo que hace un avión.

Hasta aquí, lo señalado respecto a los nuevos misiles de cuarta generación pareciera que los hace muy similares a los de la tercera; sin embargo, las diferencias son notables. Algunos años atrás se hace un estudio en la USAF simulando un combate aéreo cercano de un F-15 portando AIM-9M, contra un MiG-29 con "Archer" y en el que el piloto usa un casco HMS (Helmet Mounted Sight).

Los resultados son categóricos, el MIG-29 pudo adquirir el blanco y por ende, estar en condiciones de lanzar su armamento y derribar a su contrincante, muchísimas veces más que el F-15.

Estas mejoras en su sistema de búsqueda también inciden en el aumento notable del espectro de lanzamiento de esta arma, la que usada en conjunto a sistemas HMS/HMD/DASH (guía y designación por casco) puede llegar a ser lanzada en ángulos de entre los 60° y 90° grados con respecto al eje delantero de la aeronave.

Como se indicara previamente la aparición en escena de los aviones soviéticos Su-27 y MiG-29, dotados de un respetable radar de adquisición, usando sus pilotos



HMS (casco con visor de tiro) y portando misiles de cuarta generaci3n, ponen en serios aprietos a los pa3ses occidentales, oblig3ndolos a un decidido programa de desarrollo de sistemas capaces de oponerse a tales avanzados sistemas, Figura 6.17.

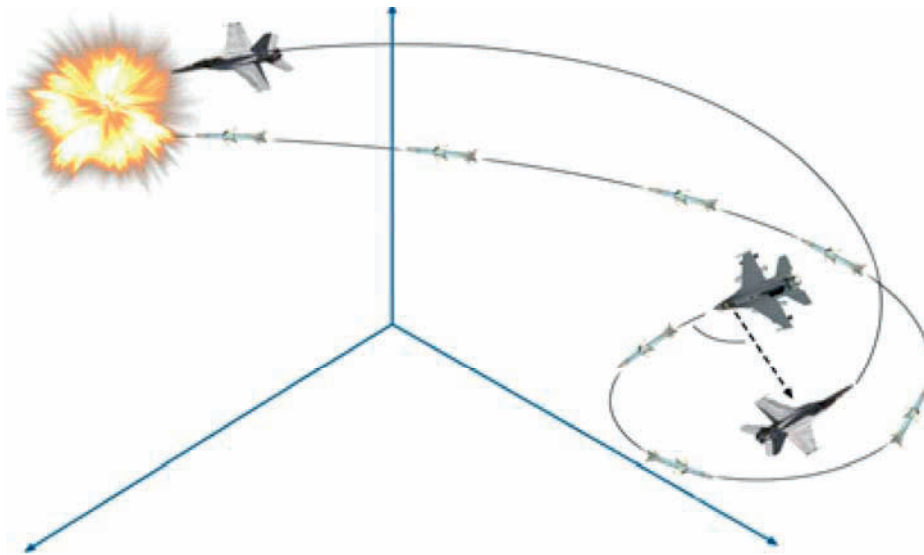


FIGURA 6.17

ESQUEMA DE LANZAMIENTO DE MISIL DE 4ª GENERACI3N EN POSICI3N ENCONTRADOS

Cabe consignar que en 1985, los sovi3ticos cuentan con el misil Aire-Aire de 4ª Generaci3n, AA-11 "Archer" y poseen un HMS de notables caracter3sticas.

El programa de USA para producir el misil de 4a Generaci3n AIM-9X, comienza reci3n en el a3o 1994, a3o en el que Israel desarrolla el misil Python IV. Comparativamente y partiendo de la fecha en que Occidente conoce de los misiles rusos de cuarta generaci3n (1985), a Israel le toma 8 a3os llegar al Python IV (1993). Dentro de los misiles de esta generaci3n destacan principalmente, los rusos AA-11 "Archer" (Vympel R-73) y el AA-12 "Adder" (Vympel R-77) y el Python IV israel3.

6.4.6.5.- QUINTA GENERACI3N

En lo referente a esta 3ltima generaci3n de misiles de corto alcance, en la actualidad se encuentran en operaci3n varios sistemas como el Sidewinder X norteamericano, pero el primer misil de 5ª Generaci3n en entrar en servicio es el Python V israel3, el cual es completamente inmune a contramedidas electr3nicas,



cuenta con un sistema de guiado dual Infrarrojo y electro-óptico, es decir se guía por la emisión térmica y también por la imagen que percibe del blanco, el enganche ya no se realiza antes del lanzamiento como las generaciones anteriores, si no que engancha después, no recibe sólo información del radar de la aeronave, también de otros sistemas como una red data link, por lo que de contar con ésta red, se está en capacidad de impactar blancos ubicados en los 360 grados alrededor de la aeronave portadora, cuyo alcance se incrementa significativamente.

6.4.6.- OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR

Contar con misiles de quinta y/o cuarta generación no es todo. El mejor rendimiento de tal tipo de armamento está determinado también por la plataforma que se emplea y el uso de un elemento que hoy es esencial en el combate aéreo, el HMS o casco con visor de tiro.

Se señala por ejemplo, que usar un casco HMS adecuado en un avión de altas performances y dotado de misiles de quinta generación, un piloto logra derribar casi cualquier aeronave que pueda "ver" desde la nariz de su avión y sin que ello imponga maniobras específicas.

La aparición, desarrollo y empleo de los misiles en el combate aéreo produjo, incluso llegar a decir, hace casi cincuenta años, que se termina el clásico combate aire-aire. Los hechos han demostrado una realidad diferente.

El tradicional "Dog-Fight", como última parte de un enfrentamiento aéreo, continua vigente, se siguen empleando cañones y misiles. La diferencia radica en que hoy no puede dar ninguna ventaja, ni tomarse licencia alguna al enfrentarse a un adversario aéreo.





CAPÍTULO VII BOMBAS DE AVIACIÓN

7.1.- GENERALIDADES

El uso de las bombas de aviación se produce sólo 8 años después que los hermanos Wright hacen su primer vuelo en Estados Unidos. Durante la guerra Italo-Turca, en Noviembre de 1911, el Teniente de la naciente Aviación Italiana, Giulio Gavotti volando un Taube, lanzó 4 bombas de 2 kg. sobre tropas turcas en Tripolitania. Este acto da inicio al empleo del avión como un arma, es decir, como bombardero. Estas bombas, casi inocuas crean una enorme impresión en los Estados Mayores de casi todas las naciones del mundo. El aeroplano demuestra que realmente puede golpear al enemigo con elementos ofensivos directos, más allá de su utilidad como observatorio móvil.

A lo largo de la historia, las bombas cambian poco, se ha mantenido el mismo concepto y sólo varían en forma y tamaño. Un aspecto que ha evolucionado mucho en los últimos tiempos, es el hecho de guiar una bomba al blanco, mejorando con ello la precisión del arma.

7.2.- DESCRIPCION.

La bomba de aviación es un tipo de munición especial diseñada para ser transportada y lanzada desde una aeronave en vuelo. Está constituida por un recipiente de forma aerodinámica. El tipo de material de las bombas va en estrecha relación con la clase de explosivo que contenga en su interior. Posee además un dispositivo que la estabiliza y orienta correctamente hacia el blanco. También lleva un mecanismo encargado de hacerla detonar durante su trayectoria o al impactar el blanco determinado, además posee dispositivos de seguridad necesarios para garantizar el funcionamiento adecuado y la seguridad en el almacenamiento y manipulación.

7.3.- PARTES DE UNA BOMBA DE AVIACIÓN

Una bomba completa está constituida por una serie de componentes y accesorios para que funcione en forma apropiada, los que se señalan en la Figura 7.1. Normalmente éstos se mantienen separados, a fin de garantizar un almacenamiento seguro.

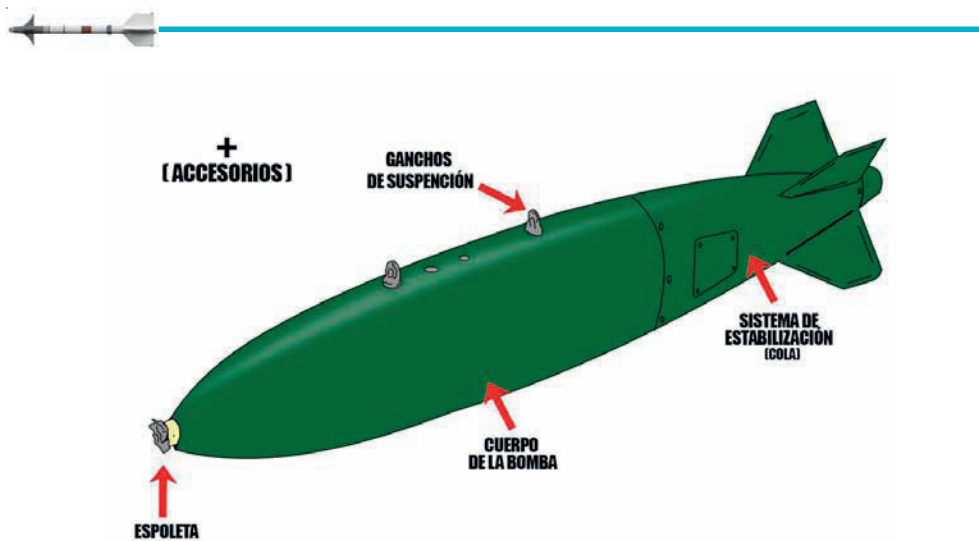


FIGURA 7.1
COMPONENTES DE UNA BOMBA DE AVIACIÓN

A continuación una descripción de cada uno de los componentes de una bomba de aviación.

7.3.1.- CUERPO DE LA BOMBA

También denominado contenedor, cuyo propósito es transportar el explosivo y sirve como integrador entre éste y los demás componentes. Su forma es aerodinámica para oponer menor resistencia al avance cuando es transportada por la aeronave y lanzada hacia su objetivo. Su forma se aprecia en la Figura 7.2.

El efecto destructivo de una bomba de aviación se debe principalmente a la detonación del explosivo que contiene el cuerpo o contenedor de ella. La reacción química que tiene lugar al iniciarse el explosivo, es la acción fundamental necesaria para dañar y/o destruir un objetivo específico.

Generalmente, los efectos producidos en el área del objetivo, a través de la activación del explosivo que porta la bomba de aviación son: fragmentos del cuerpo de la bomba, formación de cráteres, penetración de blindajes, destrucción de obras de infraestructura y capacidad incendiaria, sean en forma individual o combinados, según sea su diseño.



FIGURA 7.2
CUERPO DE UNA BOMBA DE AVIACIÓN DEL TIPO MK 84

7.3.2.- SISTEMA DE ESTABILIZACIÓN O GUIADO (COLA)

Su propósito es estabilizar y mantener la trayectoria balística de la bomba durante el lanzamiento. Existen diversos tipos de estabilizadores, los que varían de acuerdo a su diseño para cumplir con el objetivo que se pretende conseguir con la bomba de aviación.

Los más usados son del tipo de aleta cónica, que consiste en un cono alargado y cuatro aletas montadas a su alrededor, lo que se visualiza en la Figura 7.3.



FIGURA 7.3
ESTABILIZADOR CÓNICO DE CUATRO ALETAS



También se emplean estabilizadores especialmente diseñados para lanzamientos a baja altura, los más frecuentes son de apertura retardada, como de aprecia en la Figura 7.4.

Además los hay también con apoyo de paracaídas, existen otros estabilizadores especiales (aletas plegables), diseñados para aquellas bombas de aviación que pueden ser dirigidas a sus blancos como las de designación láserica, que se muestra en la Figura 7.5.

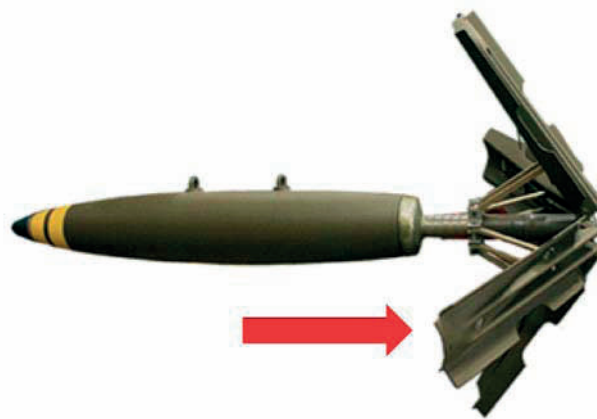


FIGURA 7.4
ESTABILIZADOR DE ACCIÓN RETARDADA

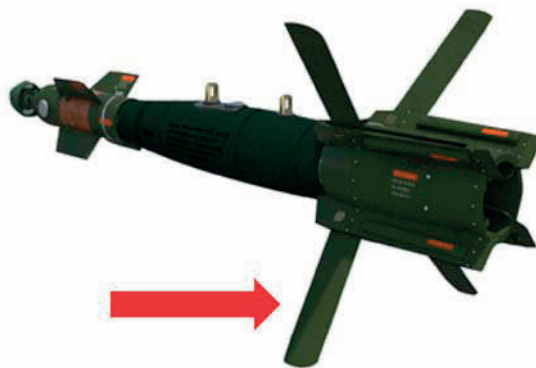


FIGURA 7.5
ESTABILIZADOR ESPECIAL, EN UNA BOMBA DE AVIACIÓN DE GUIADO LASÉRICO



7.3.3.- ESPOLETAS

Este dispositivo es fundamental, ya que proporciona seguridad a la bomba de aviación durante el vuelo en que es transportada por la aeronave, produce la detonación del explosivo principal que lleva el cuerpo de la bomba de aviación, al impactar en el blanco al objetivo o bajo parámetros en que fue diseñada, en un tiempo predeterminado durante su vuelo. En la Figura 7.6 se aprecia un tipo de espoleta instalada en la nariz de una bomba de aviación, denominada M 904.

Dado que los objetivos se seleccionan normalmente antes de una misión de entrenamiento o combate, se hace necesario considerar las características del objetivo y el tipo de bomba de aviación disponible, para seleccionar de ser posible, el tipo de espoleta que produzca la activación del explosivo principal consiguiendo como resultado destrucción total o daño severo en el blanco, una vez que es atacado.



*FIGURA 7.6
ESPOLETA M-904
(INSTALADA EN BOMBA DE AVIACIÓN TIPO MK)*

Por lo tanto, resulta imperativo que la espoleta que se instala en una bomba de aviación sea la correcta, ya que existen una variedad de ellas, que causan diferentes efectos en las bombas de aviación al producir su detonación sobre el blanco.



7.3.3.1.- CLASIFICACION DE LAS ESPOLETAS

La importancia de su ubicación radica en el resultado esperado del impacto y en el efecto direccional de los fragmentos que produce la bomba de aviación. La espoleta instalada en la nariz de la bomba (usada en bombas, cohetes, proyectiles y algunos misiles) funciona frecuentemente por impacto. En el caso de la espoleta instalada en la cola de la bomba, puede ser iniciada por la desaceleración de ella, al producirse el impacto. Por otra parte, como ya se ha señalado anteriormente, la ubicación de la espoleta afecta la dirección en la que se proyecta la energía de la explosión y sus fragmentos.

Una espoleta ubicada en la nariz de la bomba tiende a proyectar los fragmentos hacia atrás, lejos de esa parte de la bomba. Es ideal para blancos en la superficie, tales como tropas, vehículos e instalaciones; mientras que una espoleta de cola tiende a orientar la energía de la explosión y fragmentos hacia la nariz de la bomba, lo cual la hace ideal por su efecto de penetrar búnkeres, refugios o pistas de aterrizaje.

7.3.3.1.1.- MÉTODO DE FUNCIONAMIENTO (ACTIVACIÓN)

Una espoleta funciona de acuerdo a los siguientes métodos:

7.3.3.1.1.1.- IMPACTO

Este tipo de espoleta está diseñado para funcionar principalmente por impacto al blanco que se desea destruir o dañar. Se clasifican como instantáneas o de retardo, estas últimas mediante el uso de un elemento de retardo (delay) que demora la explosión, transcurrido un tiempo específico que generalmente son milésimas de segundo.

7.3.3.1.1.2.- PROXIMIDAD

La espoleta para este caso, funciona como un radar doppler. La transmisión de las ondas de radar que son reflejadas desde la superficie del terreno hacia la espoleta, permite sensor el momento que se activa la espoleta. Cuando el tiempo de retardo entre la transmisión y la recepción alcanza un valor previamente determinado, dentro de los rangos de funcionamiento, la espoleta se activa logrando su cometido.

7.3.3.1.1.3.- TIEMPO

En una espoleta de tiempo, su funcionamiento se inicia con la liberación de la bomba de aviación desde la aeronave. El tiempo para su activación se produce



mediante un dispositivo mecánico o electrónico previamente fijado dentro de los rangos de operación de la espoleta.

7.3.3.1.1.4.- HIDROSTÁTICA

Este tipo de espoleta se emplea en bombas de profundidad para trabajos de destrucción submarina.

La espoleta opera sobre el principio de expansión de diafragma que se transmite con un aumento de la presión del agua a medida que la bomba se hunde para contrarrestar la fuerza ejercida por un resorte. Cuando se supera la fuerza del resorte, el percutor de disparo se libera y se acciona contra el iniciador por acción de resorte.

7.3.3.1.2.- MÉTODO DE ARMADO DE LA ESPOLETA

Se entiende que una espoleta está armada cuando queda en condición de iniciar la detonación del explosivo que contiene una bomba de aviación. Al respecto, hoy se considera que existen cuatro métodos para lograr esto, los cuales se indican a continuación:

7.3.3.1.2.1.- POR VELETA

Esta espoleta es armada por el giro de una veleta, que es una hélice unida a la espoleta por un eje flexible que tiene la capacidad de girar, la cual por efecto del viento de impacto al lanzarse la bomba de aviación desde una aeronave, comienza a girar, lo que al cabo de un número específico de vueltas produce el alineamiento del tren explosivo o armado de la espoleta.

Como ejemplo, la espoleta M 905 que se muestra en la figura 7.7, instalada en la parte posterior de una bomba de aviación.

7.3.3.1.2.2.- POR PASADOR

En este método, existe un seguro en la espoleta que al momento de ser lanzada la bomba de aviación desde una aeronave, es expulsado o retirado por la acción de un resorte desde la espoleta, permitiendo su armado.



FIGURA 7.7

MÉTODO DE ARMADO POR VELETA

7.3.3.1.2.3.- POR INERCIA

En este caso se produce el armado de la espoleta por inercia, que es producto de una desaceleración brusca de la bomba de aviación al momento de su lanzamiento, que puede ser por intermedio de la apertura de un paracaídas o aletas de frenado, posterior a su lanzamiento, permitiendo el funcionamiento del mecanismo interno que arma la espoleta. Como ejemplo se tiene la espoleta FMU 54, Figura 7.8.

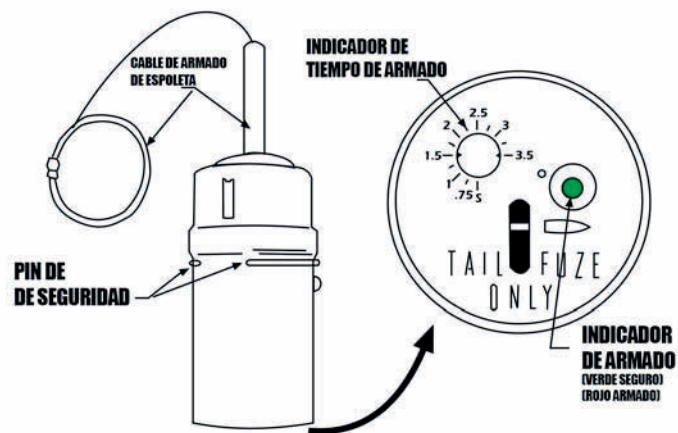


FIGURA 7.8

ESPOLETA FMU 54, ACTIVADA POR INERCIA

7.3.3.1.2.4.- ELÉCTRÓNICA

Este tipo de espoleta es armada con el inicio del funcionamiento de una batería térmica que se aloja dentro de la espoleta, al momento de liberarse la bomba de aviación desde la aeronave, se produce la energía eléctrica que posibilita que la espoleta se encuentre en condiciones de ser activada de acuerdo a los rangos de funcionamiento con que fue diseñada, Figura 7.9.



FIGURA 7.9
ESPOLETA ELECTRÓNICA FMU-139

7.3.4.- GANCHOS DE SUSPENSIÓN

Este importante componente sirve para fijar la bomba en el porta bombas (Bomb Rack) de la aeronave, Figura 7.10. Normalmente hoy las bombas de aviación poseen suspensión denominada OTAN, la que consiste en que en las bombas de aviación con pesos inferiores a 1.000 libras, los ganchos de suspensión se encuentran separados entre sí a 14 pulgadas, y aquellos con pesos superiores a 1.000 libras tiene una separación de 30 pulgadas entre ambos ganchos.



FIGURA 7.10
GANCHO DE SUSPENSIÓN



Han existido otros tipos de suspensión para las bombas de aviación fuera de la OTAN, tales como la inglesa, la cual sólo poseía un gancho de suspensión central y aquellas fabricadas para el Pacto de Varsovia, (ex bloque político militar liderado por la desaparecida Unión Soviética) los que poseían ganchos de suspensión separados a 250 mm entre sí. Esto se aprecia en una bomba de aviación que posee los espacios para utilizar cualquiera de estos sistemas ya indicados, Figura 7.11.



*FIGURA 7.11
DETALLE DE LA SUSPENSIÓN OTAN, PACTO DE VARSOVIA E INGLÉS (UK);*

7.3.5.- OTROS COMPONENTES (ACCESORIOS)

En este punto se concentran los demás componentes que son necesarios para completar el armado de la bomba de aviación para su lanzamiento desde una aeronave, aquí se puede citar a modo de ejemplo: alambre de armar, tornillos, clips, flexibles, booster (amplificadores) y delays (retardadores), entre otros.

La cantidad y tipo de componentes que utiliza una bomba de aviación dependen de su diseño.

7.4.- CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS

Las Bombas de Aviación generalmente se clasifican de acuerdo a la función para la que fueron diseñadas y de acuerdo a su forma de guiado hacia el blanco.

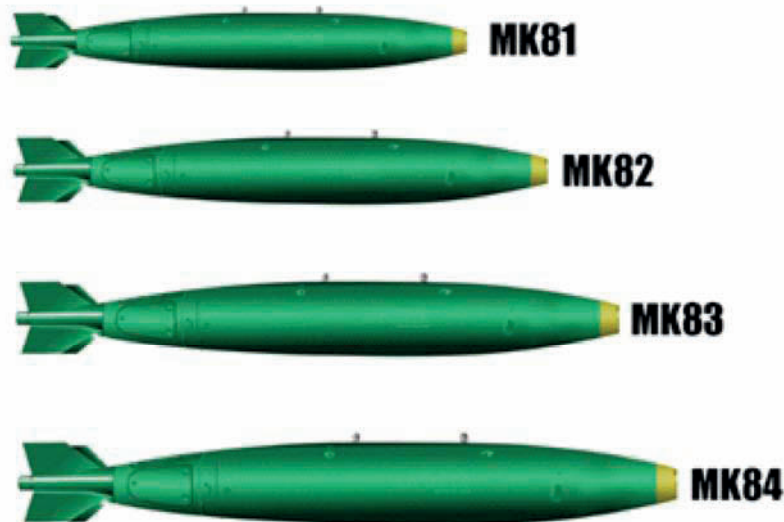
7.4.1.- DE ACUERDO A LA FUNCIÓN

Las Bombas de Aviación se clasifican:

7.4.1.1.- DE PROPÓSITO GENERAL

Se caracterizan porque el peso del explosivo es aproximadamente 50 % del peso total, normalmente pesan entre 250 a 2.000 libras y la detonación de ésta y sus fragmentos pueden ser utilizados contra una variedad de objetivos. El espesor del cuerpo de la bomba es media pulgada.

Ejemplos de este tipo de bombas de aviación de propósito general, son aquellas de la familia MK, Figura 7.12, en sus versiones 81 de 250 lbs, 82 de 500 lbs, 83 de 1.000 lbs y 84 de 2.000 lbs, actualmente en uso.



*FIGURA 7.12
FAMILIA DE LA SERIE DE BOMBAS DE AVIACIÓN MK.*

7.4.1.2.- DE DEMOLICIÓN

En estas bombas, el peso del explosivo es igual a aproximadamente 65 a 80% del peso total de ella. El cuerpo que contiene el explosivo tiene una pared relativamente delgada para maximizar los efectos de la explosión, mientras que los efectos de penetración y de fragmentación son limitados.



7.4.1.3.- DE PENETRACIÓN

Este tipo de bomba fue diseñado para penetrar elementos sólidos, como lo son el concreto armado y el blindaje metálico en general. Existen dos tipos: de caída libre y autopropulsada. La carga explosiva es aproximadamente 25 a 30% del peso total.

Ambas tienen una envoltura resistente al impacto contra el blanco para que el explosivo no pierda su confinamiento y para que no se destruya la espoleta, logrando gracias a su resistencia, producir la detonación bajo la superficie. Algunas de estas bombas poseen un paracaídas, cuyo propósito es reducirles la velocidad horizontal de manera que aumenten su ángulo de impacto. Ejemplo de este tipo de bombas de aviación de penetración es la BLU-109, Figura 7.13. y Figura 7.14

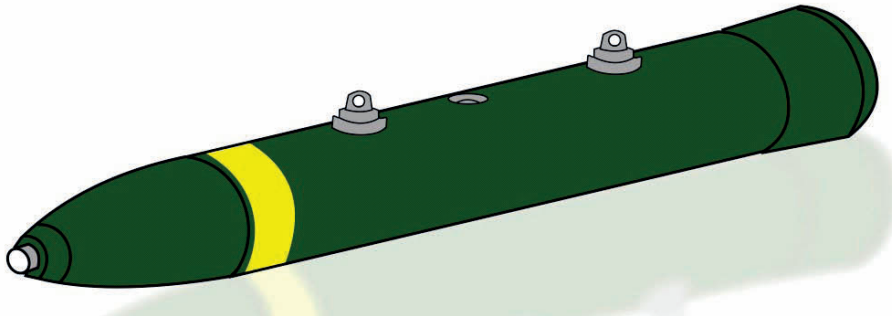


FIGURA 7.13
CUERPO DE BOMBA DE AVIACIÓN BLU 109.

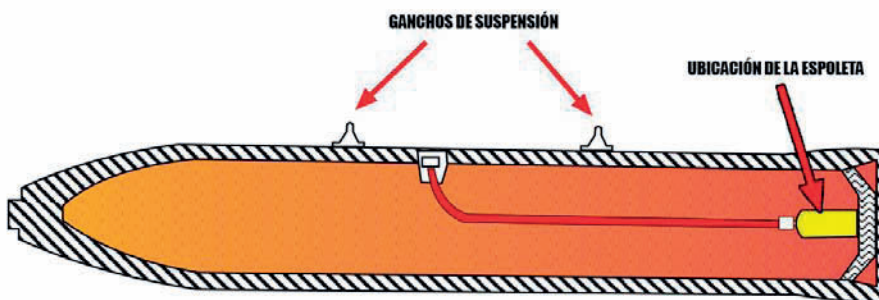


FIGURA 7.14
INTERIOR DEL CUERPO DE BOMBA DE AVIACIÓN BLU 109



Una variante de este tipo de bomba de aviación es la autopropulsada, que posee un motor cohete, el que se enciende cuando ha tomado una dirección pronunciada nariz abajo y después de haberse soltado el paracaídas. El cohete les imprime una alta velocidad, lo que sumado a la solidez de la bomba, produce su penetración, un ejemplo de ella es la bomba de aviación de penetración Durandal, BAP-100.

7.4.1.4.- DE FRAGMENTACIÓN

Como su nombre lo indica, estas bombas están destinadas a dispersar y proyectar fragmentos a alta velocidad. Los fragmentos son el principal mecanismo para causar daños tanto en tropas de infantería como en blancos sin protección, el efecto de la explosión se considera secundario respecto de la proyección de los fragmentos, Figura 7.15.

La fragmentación se logra mediante la ruptura del cuerpo de la bomba de aviación (fragmentación natural, fragmentos de tamaño irregular) o fragmentos en su interior (bolas de acero, fragmentos regulares).

La relación de carga es aproximadamente entre un 15 a 20 por ciento del peso total.

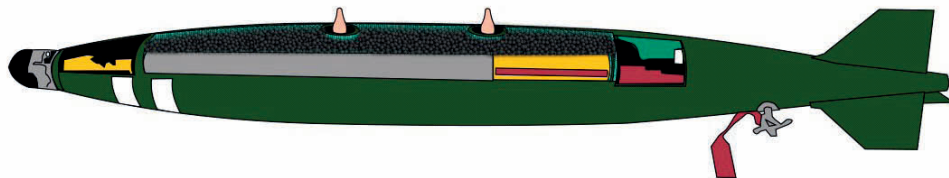


FIGURA 7.15
BOMBA DE AVIACIÓN DE FRAGMENTACIÓN TIPO MK-82

7.4.1.5.- BOMBAS RACIMO (CLUSTER)

Son aquellas que en su interior llevan bombas de menor tamaño o granadas a las cuales se les denomina submuniciones y son utilizadas especialmente contra tropas, vehículos blindados o para minar un área específica. Estas bombas utilizan una espoleta de tiempo, lo que permite proyectar el área de coberturas de las



submuniciones, un ejemplo es la bomba Cluster CB-250K, fabricada en Chile en la década de los años ochenta, de la cual se representa un esquema de su lanzamiento en la Figura 7.16.

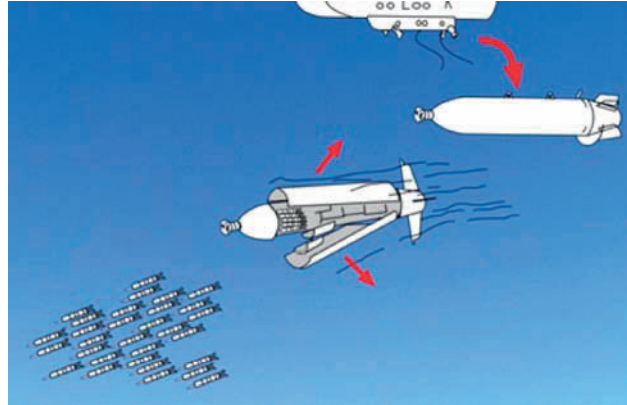


FIGURA 7.16
ESQUEMA DEL LANZAMIENTO DE LA BOMBA CLUSTER (RACIMO) CB 250 K

7.4.1.6.- OTRAS

Bajo este criterio se pueden agrupar distintas bombas de aviación que cumplen funciones muy específicas, tales como: de práctica, de ejercicio, incendiarias, químicas y de propósito especial, las que son descritas en los párrafos que siguen.

7.4.1.6.1.- DE PRÁCTICA

Estas bombas simulan las características de vuelo de las bombas de aviación reales y son utilizadas para el entrenamiento de las tripulaciones de combate. Sus diseños son muy simples y económicos, permitiendo con ello que los pilotos practiquen en forma constante. Algunas están llenas con arena, agua o son completamente de acero y poseen cartuchos fumígenos, para identificar mejor el lugar del impacto, Figura 7.17.



FIGURA 7.17
BOMBA DE PRÁCTICA BDU-33

7.4.1.6.2.- DE EJERCICIO

Son bombas utilizadas para el adiestramiento de personal en tierra, en operaciones de armado en aeronaves, colocación y remoción de espoletas, lo que permite un mayor grado de eficiencia y seguridad en la manipulación de las bombas de guerra. Su forma exterior es idéntica a las de guerra, pero están llenas con algún compuesto inerte para simular el peso, Figura 7.18.



FIGURA 7.18
BOMBA DE EJERCICIO MK-82

7.4.1.6.3.- INCENDIARIAS

Están diseñadas para que mediante la inflamación de un gel combustible, produzca efectos incendiarios sólo en aquellos elementos de cierto grado de combustibilidad o factibles de dañar por el calor. El área que cubren depende del tipo de gel combustible utilizado, de la altura de lanzamiento y de la estabilidad de la bomba, en la Figura 7.19 se representa la bomba de aviación incendiaria BLU 27.

7.4.1.6.4.- QUÍMICAS

Las bombas químicas son de material relativamente frágil, a fin que al momento del impacto contra el objetivo, el agente químico sea esparcido o activado mediante la acción de una o más espoletas de acción rápida.

Estas bombas poseen un recipiente de metal que sirve solamente como contenedor del agente químico, hasta el momento en que la bomba impacta el blanco. Son usadas contra personas, para ocultación y marcación de objetivos.

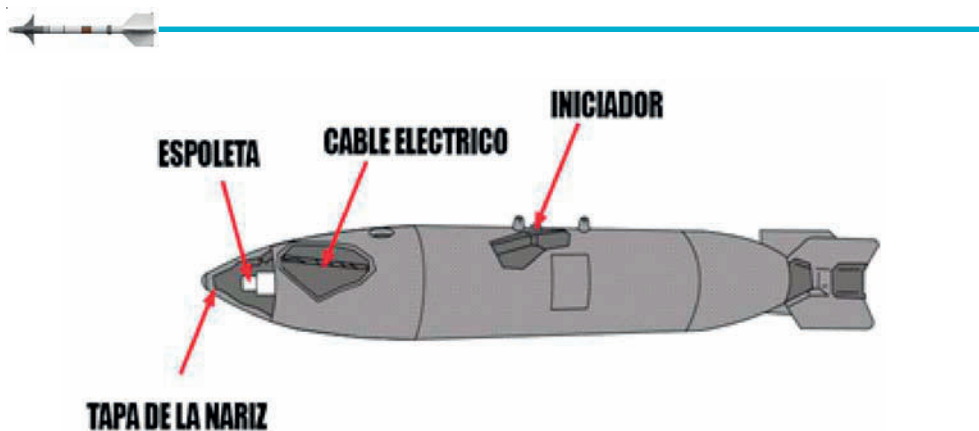


FIGURA 7.19
BOMBA QUÍMICA DE ACCIÓN INCENDIARIA BLU 27

7.4.1.6.5.- DE PROPÓSITO ESPECIAL

Son bombas para la distribución de propaganda y chaff. Su cuerpo está constituido generalmente de fibra de vidrio, en cuyo interior se instalan las hojas de propaganda o chaff. Emplean una espoleta de tiempo, lo que permite liberar la carga a una altura programada. Las bombas que lanzan propaganda se emplean principalmente para debilitar la moral del enemigo mientras que las de chaff, se emplean como medidas de interferencia electromagnéticas.

7.5.- RESPECTO AL SISTEMA DE GUIADO

Otra forma de clasificación de las bombas de aviación, se refiere al hecho de considerarlas respecto de si cuentan con un sistema de guiado, por tanto se clasifican como bombas no guiadas y guiadas (inteligentes). Estas últimas también se denominan PGM Bombs (Precisión Guided Munitions).

A continuación se indican las características de ambas.

7.5.1.- No guiadas

Dentro de este grupo se puede incorporar a toda aquella bomba de aviación que sigue una trayectoria balística definida por el ángulo, velocidad y altura en que es lanzada desde la aeronave que la transporta. Una vez que ésta se separa de la aeronave, no es posible corregir su trayectoria al blanco.

Se tiene como ejemplo la bomba de aviación tipo MK 82, de propósito general que posee un estabilizador cruciforme.



7.5.2.- Guiadas

También conocidas como bombas inteligentes. En este grupo se consideran todas aquellas bombas que poseen algún sistema que permita corregir la trayectoria durante su vuelo una vez lanzada, permitiendo llegar al blanco en forma directa o con una mínima distancia de él.

En las siguientes páginas se describen los tipos de bombas de aviación guiadas existentes a la fecha de esta publicación, pudiendo existir otros tipos en el futuro.

7.5.2.1.- GUIADO LÁSER

El sistema lanzador lleva un emisor de láser que señala el blanco o bien el objetivo es iluminado (señalado) desde tierra u otra plataforma distinta (otro avión, por ejemplo).

La bomba es capaz de identificar la señal del reflejo del láser en el blanco y dirigirse a él, efectuando las correcciones de su trayectoria durante el vuelo para acercarse al momento de impactar el blanco.

Las condiciones meteorológicas afectan la operación de este sistema al no poder iluminarse el blanco por la presencia de nubes, tormentas de arena o niebla.

Uno de los mejores ejemplos del efecto de la bomba guiada por láser, es el del puente de Thanh Hoa, conocido como “Mandíbulas del Dragón” durante la guerra de Vietnam para los Estados Unidos.

El puente de Thanh Hoa medía 165 metros de largo y 17 metros de ancho, representando la aorta del flujo de suministros desde los puertos y fábricas de Vietnam del Norte hacia la Ruta Ho Chi Minh y Vietnam del Sur.

Este puente es atacado por primera vez el 3 de abril de 1965 por F-105 Thunderchief de la Base Aérea Tailandesa Korat, comandado por el Teniente Coronel Robinson Risner.

La misión está compuesta por 46 F-105, 21 F-100, 2 RF-101 y 10 tanqueros, un conjunto más grande que el inventario total de cazas de Vietnam del Norte en el momento. Empleando 32 misiles AGM-12 Bullpup y 120 bombas de 750 libras, el efecto logrado por esta misión es despreciable. En este ataque se pierden un F-100 y un RF-101. Al día siguiente volvieron 48 F-105, lanzando 300 bombas de 750 libras y causando daño, pero no neutralizando el puente.



Así, luego de siete años transcurridos y 869 salidas realizadas para atacar el puente, recién el 13 de mayo de 1972, cuando doce F-4 Phantom armados con 15 bombas Mk-84 y 9 bombas M-118 guiadas por láser lo alcanzan, dejándolo completamente inutilizable.

Con lo señalado, se concluye que el uso de armamento de precisión logra lo que en años de ataques con un sinnúmero de armamento es infructuoso, sufriendo el derribo de 11 aviones y la pérdida de vidas humanas, sin conseguir el objetivo.

La bomba guiada, cuando por fin se hizo una realidad factible durante la Guerra de Vietnam, transforma la manera de cómo las Fuerzas Armadas de los EE.UU. realizan las operaciones de combate, entregando al nivel político una nueva y poderosa capacidad que jamás ha existido antes.

A lo largo de los años 70 y 80, el Departamento de Defensa de Estados Unidos continúa mejorando la LGB y las bombas electroópticas. La segunda generación de LGB llega en 1974 con el Paveway II adaptado para las mismas bombas GP de 500 y 2.000 libras, además de un nuevo kit para la bomba de 1.000 libras de la Armada de ese país.

Estas bombas consiguen una designación propia como "unidades de bombas guiadas" (Guided Bomb Units, o GBU), con las GBU-10 de 2.000 libras, GBU-16 de 1.000 libras y GBU-12 de 500 libras.

Además de disminuir su costo, esta bomba mejora las capacidades electrónicas y de sensibilidad de su unidad buscadora y emplea aletas de cola plegables.

Cuando una fuerza expedicionaria británica emplea en la operación para recuperar las islas Falkland entre abril y junio de 1982 las bombas guiadas por láser (Laser Guided Bomb), forman un elemento importante de una fuerza moderna compuesta por portaviones, submarinos y aviones Harrier y Sea Harrier armados con misiles AIM-9, sin las cuales es dudoso que el Reino Unido haya podido proyectar su fuerza tan eficazmente como lo hace, logrando recuperar las islas.

Otro empleo es contra Libia en 1986 siendo su consolidación definitiva en las Guerras del Golfo del año 1991 y del año 2003.

El esquema de funcionamiento, se aprecia en la Figura 7.20.



FIGURA 7.20
ESQUEMA DEL GUIADO POR LÁSER

7.5.2.2.- GUIADO POR G.P.S. (O SATELITAL)

También conocida como Joint Direct Attack Munition (por su sigla en inglés JDAM), es un kit que se adosa a una bomba de aviación, de caída libre (no guiada) que las convierte en bombas guiadas.

Este kit consiste en una sección de cola que contiene un Sistema de Navegación Inercial asociado a un GPS(Global Positioning System o Sistema de Posicionamiento Global). Estas bombas de aviación pueden ser lanzadas desde un avión en cualquier situación meteorológica y a una gran distancia del objetivo (hasta 27 km dependiendo de la altura a la que es lanzada).

Su funcionamiento consiste en cargar la información del blanco en la planificación de la misión. Esta información es cargada en la aeronave y transferida al kit de la bomba de aviación al momento en que se inicia el funcionamiento del sistema de GPS.



Una vez lanzada la bomba en los parámetros establecidos (ángulo, altura y velocidad), el guiado por GPS efectúa las correcciones de la trayectoria para que la bomba llegue al blanco lo más cerca posible y lo destruya o dañe severamente, Figura 7.21.

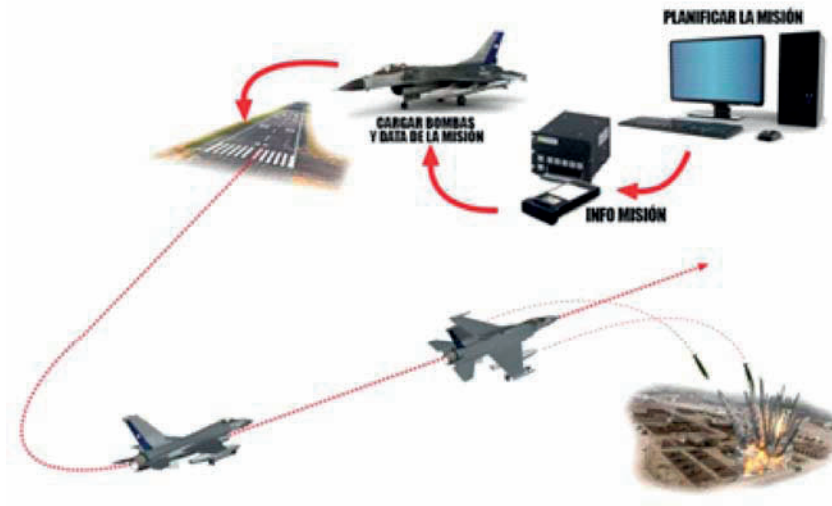


FIGURA 7.21
ESQUEMA DE GUIADO POR GPS

7.5.2.3.- GUIADO POR TELEVISIÓN

Son bombas guiadas por televisión, el sistema de guía y control de la bomba lleva integrada una cámara, que permite dirigir la bomba hacia el objetivo, en función a una pantalla de televisión instalada en el avión lanzador, en donde el piloto o copiloto, según sea el caso, puede ajustar la trayectoria de la bomba por control remoto mientras ésta descende en caída libre.

Por otro lado, si al kit de guiado y control se le asocia un sensor de imagen termal, bajo idéntico concepto de operación del modelo láser, en cuanto a detectar las emisiones calóricas emitidas por el objetivo de la bomba de aviación, se guía remotamente también hacia él, Figura 7.22.

Un tipo de estas bombas guiadas es el modelo GBU-15, usada para ataques de precisión sobre blancos puntuales. Usa un seeker tipo TV o de imagen termal asociado a un data link de video /comando. La GBU-15 es guiada remotamente sobre el blanco por un operador a bordo de una aeronave a 15 kilómetros aproximadamente. La bomba es asociada al pod de data link, ubicado en el fuselaje del avión.



FIGURA 7.22
ESQUEMA DE GUIADO POR TV

Importante es señalar que respecto de la información precedente, es posible que existan bombas de aviación que combinen los sistemas de guiado ya existentes con otros nuevos que puedan existir en el futuro, logrando mejorar la precisión en el blanco de las bombas de aviación.





CAPÍTULO VIII PIROTÉCNICOS

8.1.- GENERALIDADES

Los pirotécnicos son elementos que producen sus efectos mediante la quema de su componente principal y se utilizan para cumplir una función específica en las aeronaves tales como: eyección de tripulaciones o cargas externas, activación de contramedidas electrónicas, señalización, rearme pirotécnico y corte de cables, entre otras funciones.

Se compone de un recipiente con sustancia explosiva y un mecanismo de activación, ya sea por percusión o por impulso eléctrico para lograr su funcionamiento.

8.2.- ELEMENTOS PIROTÉCNICOS

En el presente capítulo se puntualizan algunos de los que actualmente se encuentran en uso en gran parte de los aviones de combate del mundo.

8.2.1.- CARTUCHOS EYECTORES (PARA ASIENTOS EYECTABLES)

La llegada de los aviones con motores a reacción con velocidades cercanas a los 1.000 km/h confirma que saltar no es la solución, pues muchos fallecen al chocar con la cola del avión.

El problema que resolver es alejar rápidamente al piloto de la cabina. A principios de la década del cuarenta, durante las primeras pruebas de los reactores alemanes, son equipados con asientos eyectores con aire comprimido, los cuales logran salvar las vidas de pilotos de prueba. Este mecanismo se patentó en la misma época en Suecia.

Durante la Segunda Guerra Mundial Alemania y Reino Unido, son los países que se constituyen en los mayores investigadores de las tecnologías de escape.

En Reino Unido la firma Martin-Baker lleva la delantera en cuanto a investigaciones, más aún con el fin del conflicto, ya que llega un enorme caudal de conocimiento a sus manos. El aire comprimido y luego el nitrógeno, son las primeras soluciones para impulsar los asientos durante una salida de emergencia, pero para esto se exige que los pilotos se eyecten entre límites mínimos y máximos de



velocidad (200 a 250 nudos) y de altura (sobre los 1.000pies). Nuevamente se necesita un piloto consciente que sepa su posición respecto de la tierra, por lo que los dispositivos no son 100% seguros.

El golpe con la corriente de aire, es un factor que causa lesiones faciales en muchos pilotos eyectados, por lo que como primera medida se utiliza un capuchón de tela que el piloto despliega al tirar de las anillas del asiento ubicadas sobre la cabeza. Otras lesiones se deben a la incorrecta posición de los brazos y piernas al golpear con la cabina.

Los conceptos de eyección se siguen perfeccionando, introduciendo una serie de elementos explosivos instalados en la aeronave que cumplen al momento de ser activados, sea de forma secuencial o paralelamente, propulsar el o los asientos de la tripulación a gran velocidad fuera de la aeronave, llevando consigo al piloto y una vez fuera de la aeronave el asiento despliega un paracaídas que lo soporta, secuencia que se parecía en la Figura 8.1.

En la Figura 8.2 y Figura 8.3, se aprecian una vista frontal y trasera del asiento de eyección del avión A-37 Dragonfly, donde se muestran los componentes explosivos que permiten eyectar este asiento.



FIGURA 8.1
SECUENCIA DE UNA EYECCIÓN DESDE UNA AERONAVE



Otro aporte son también los dispositivos automáticos que fijan la cabeza y las extremidades del piloto a posiciones seguras para la eyección. Con esto se llega a la tercera generación de asientos que son denominados con capacidad cero-cero, puesto que funcionan desde velocidad y altitud cero, hasta velocidades supersónicas y grandes alturas. Ejemplos de ellos son los asientos: Martin-Baker MK1, McDonnell Douglas ACES II y Zvezda K-36 DM.

En algunas aeronaves también se ha probado el concepto de la cápsula de escape eyectable.

Actualmente está en estudio la instalación de estos asientos en helicópteros, siendo el helicóptero Kamov Ka-50 el primero en utilizarlos, dado que dispone de una carga explosiva para deshacerse del rotor coaxial y permitir la eyección de la tripulación con seguridad.

También estos cartuchos permiten eyectar armamento y estanques de combustible, entre otros, cuando la aeronave así lo requiere ante una emergencia u otra situación que lo demande.



FIGURA 8.2
VISTA FRONTAL DEL ASIENTO EYECTABLE DE UNA AVIÓN A-37 DRAGONFLY

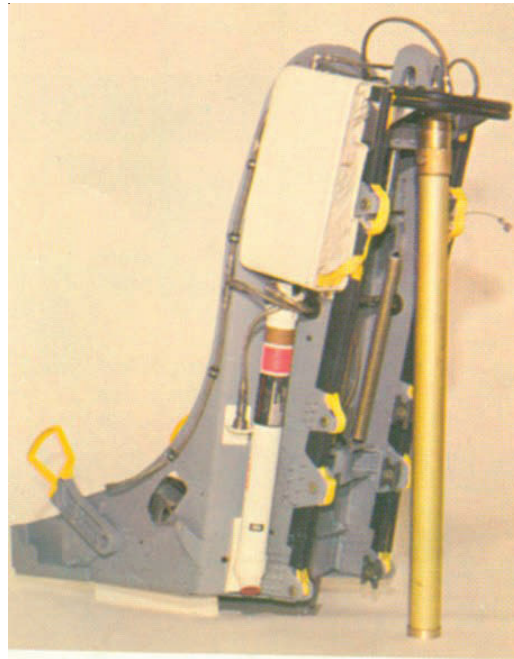


FIGURA 8.3

VISTA TRASERA DEL ASIENTO EYECTABLE DE UNA AVIÓN A-37 DRAGONFLY


8.2.2.- CHAFF

Es una contramedida de radar con la que las aeronaves propagan una nube de pequeñas y delgadas piezas de aluminio, fibra de vidrio metalizada o plástico metalizado y les hace aparecer como un conglomerado de objetivos secundarios en las pantallas de radar o abruma la pantalla con múltiples retornos.

El chaff es originalmente llamado Window por los Británicos y Düppel por la Luftwaffe alemana durante la Segunda Guerra Mundial, también son denominados señuelos de radar, reflectores antirradar o dipolos antirradar.

Su uso actual es un medio de autodefensa principalmente en aeronaves y buques, para perturbar y apartar los misiles guiados por radar de sus objetivos. También el chaff es usado como señal de auxilio en el caso de las aeronaves, cuando las comunicaciones no funcionan. Esto tiene el mismo efecto que un S.O.S. y puede ser detectado por un radar.

El dispositivo funciona al activarse un iniciador explosivo que permite expulsar de la aeronave el material que perturba el radar de búsqueda del misil, al



momento que se encuentre en vuelo. La Figura 8.4 muestra el contenedor del chaff y su iniciador y la Figura 8.5 el material que lleva el chaff con lo que produce una perturbación al radar de búsqueda del misil.



FIGURA 8.4
CONTENEDOR DE UN CHAFF MODELO RR-170 CON SU INICIADOR

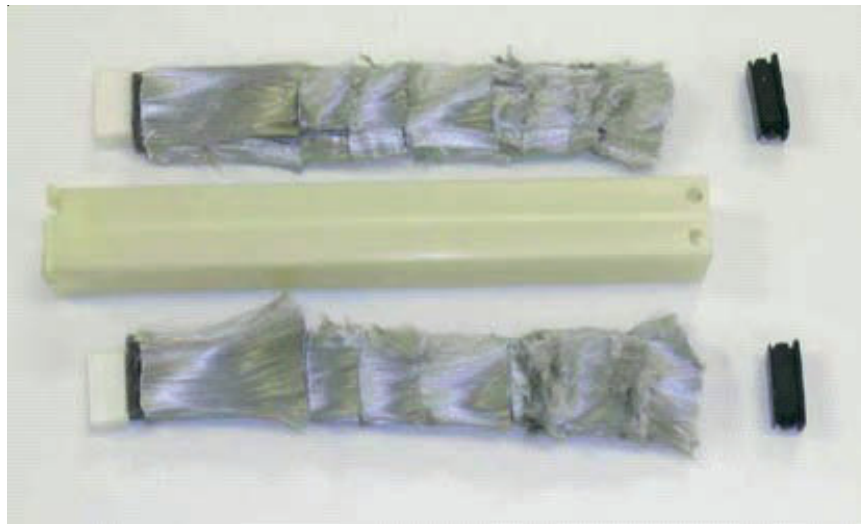


FIGURA 8.5
COMPONENTE INTERIOR DEL CHAFF MODELO RR-170



8.2.3.- FLARE (CONTRAMEDIDA ELECTRÓNICA)

Es una contramedida infrarroja aérea utilizada por un avión o helicóptero para contrarrestar un misil de búsqueda por calor. Los flares (bengalas) se componen generalmente de una composición pirotécnica a base de magnesio u otro metal que se combustione, con una temperatura de combustión igual o superior a la del escape del motor de una aeronave.

El objetivo es hacer que el misil guiado por infrarrojo busque la señal de calor que emite el flare una vez lanzado desde la aeronave, en vez de la que produce el motor, en la Figura 8.6 se visualiza el contenedor de un flare con su iniciador y el la Figura 8.7 se puede distinguir la carga interior que porta este elemento.

En la Figura 8.8, se muestra el esquema de funcionamiento para la autodefensa de una aeronave contra misiles infrarrojos



FIGURA 8.6
FLARE MODELO MJU 7A

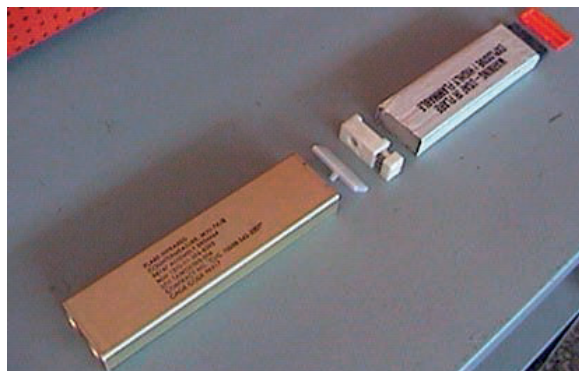


FIGURA 8.7
COMPONENTE INTERIOR DEL FLARE MODELO MJU 7A



FIGURA 8.8
LANZAMIENTO DE FLARE COMO MEDIO DE AUTODEFENSA

8.2.4.- EN EL CASO DE REARMAR UN CAÑÓN

El cartucho, una vez activado, cumple la función de comenzar nuevamente el ciclo de funcionamiento del cañón para extraer la munición que pudo existir desde la recámara y que no es activada, permitiendo la colocación de una nueva munición para lograr que reinicie el funcionamiento del arma.

8.2.5.- PARA ILUMINACIÓN

Estos elementos como su nombre lo indica cumplen la función de iluminar zonas por razones militares o de labores de rescate, entre otras funciones, siendo éstos lanzados principalmente desde aeronaves. Un ejemplo está representado en la Figura 8.9 y su despliegue operacional una vez lanzado en la Figura 8.10.



FIGURA 8.9
BENGALA PARA ILUMINACIÓN MODELO LUU 4B



FIGURA 8.10
ILUMINACIÓN POR MEDIO DE BENGALA

8.2.6.- EN EL CASO DE CORTES DE CABLES

Este pirotécnico cumple la función de una vez activado, apoyar el mecanismo que permite cortar el cable del tecla o grúa que porta una aeronave, por razones de seguridad en su operación de ser requerido.

8.3.- DESARROLLO DE LA PIROTECNIA

Respecto de la pirotecnia, sin duda existe la factibilidad de un creciente desarrollo en el futuro, basándose en los avances tecnológicos incorporados en la aeronáutica, lo cual permitiría a estos cumplir tareas más específicas de las que ya conocemos.



PALABRAS FINALES

En la construcción de estas líneas, se ha buscado presentar el desarrollo del armamento desde la aparición del Hombre sobre la faz de la Tierra hasta su empleo en el campo aeronáutico y la incorporación de la tecnología en este ámbito, desde los cañones aéreos, materias energéticas, municiones, cohetes, misiles, bombas de aviación hasta los pirotécnicos que utilizan las aeronaves cuando operan con armamento.

Asimismo, tanto la experiencia adquirida en el área a través del trabajo cotidiano durante los últimos veinte años, como de haber presenciado los innumerables progresos en este campo, permiten al autor reflexionar, a partir de la realidad institucional, respecto del armamento de uso en aeronaves, pudiendo establecer las siguientes consideraciones:

El futuro de las aeronaves no tripuladas, a pesar de los logros alcanzados y de lo prometedor de su condición de utilizarse como una posible plataforma desde donde usar el armamento, no constituye una proyección definida en este campo y sobre todo, en el contexto para determinar cuál es la participación del ser humano y su influencia en el futuro desarrollo del armamento.

Por otra parte, es posible imaginar que el desarrollo de la tecnología y de los materiales en el ámbito del armamento, permita que su uso en aeronaves aumente la probabilidad de precisión en la destrucción del blanco, reduciendo los daños colaterales que puedan producir.

Finalmente, es importante recalcar la imperiosa necesidad de una sólida formación inicial y de una educación continua y continuada de los especialistas del ámbito del armamento y en particular del armamento aéreo. Especialistas que contribuyan con el cumplimiento de la Misión Institucional resguardando la soberanía de nuestro espacio aéreo.





BIBLIOGRAFÍA

- 1.- “NOCIONES DE BALÍSTICA”, Julio Monroy Albornoz, año 2009.
- 2.- “EXPLOSIVOS, PROPELENTES Y PIROTECNIA ESTADO DEL ARTE”, Nikola B. Orbovic, año 2011, publicado por la Academia
- 3.- Politécnica Militar (Ejército de Chile).
- 4.- “AIRCREW WEAPONS DELIVERY MANUAL” (NonNuclear), Departamento de Defensa de Estados Unidos de América, año 2004.
- 5.- “DESARROLLO TECNOLÓGICO INSTITUCIONAL DE LOS PROPELENTES Y SU MONITOREO DE ESTABILIDAD QUÍMICA”, Rodrigo Alviña Sánchez, año 1996, publicado en la Revista de Marina (Armada de Chile).
- 6.- “APUNTE SOBRE EXPLOSIVOS”, Arsenal Naval de Talcahuano (Armada de Chile), año de elaboración 2015.
- 7.- “HANDBOOK OF LIGHT WEAPONS”, The Royal Military College of Science de Gran Bretaña, año 1994.
- 8.- “REVISTA DE LA FUERZA AÉREA DE CHILE” N° 214, Diciembre de 1997.
- 9.- “REVISTA MINERVA” N°77, Academia de Guerra Aérea de la Fuerza Aérea de Chile, año 2017.
- 10.- “WEAPON A VISUAL HISTORY OF ARMS AND ARMOR”, Dorling Kindersley Limited, año 2006.





GLOSARIO DE TÉRMINOS

- 1.- **Acerrojar:** Bloquear el cierre del arma para que se produzca el disparo.
- 2.- **Avancarga:** Es una arma de fuego en la cual tanto el proyectil como el propelente son cargados por la boca del cañón. a diferencia de las armas de retrocarga, en las que el proyectil se introduce por la parte posterior del arma. Ejemplo arcabuz, mosquete y trabuco.
- 3.- **Cadencia de tiro:** Es la cantidad de proyectiles disparados por un arma en unidad de tiempo.
- 4.- **Cebar:** Hacer que una máquina o un utensilio empiece a funcionar haciendo una operación previa.
- 5.- **Chaff:** Son una contramedida de radar con la que las aeronaves y otros dispositivos propagan una nube de pequeñas y delgadas piezas de aluminio, fibra de vidrio metalizada o plástico metalizado y les hace aparecer como un conglomerado de objetivos secundarios en las pantallas de radar o abruma la pantalla con múltiples retornos.
- 6.- **Culata:** Es la parte posterior de un arma de fuego dentro de la cual se detona el explosivo contenido dentro del cartucho que impulsa al proyectil, normalmente con posibilidad de apertura para introducir este último en su interior.
- 7.- **Deflagración:** Es una forma de explosión que se distingue de la detonación por la velocidad en que se produce, puede llegar hasta los 400 m/s y es más bien una combustión o quema progresiva de un bajo explosivo, sin embargo una deflagración en un recinto cerrado puede convertirse en una detonación. La velocidad de deflagración es variable, aumentando con la presión y temperatura de los gases ya producidos. La deflagración de los bajos explosivos o pólvoras, se utiliza para propulsar un proyectil hacia un blanco determinado, ya sea este un proyectil de artillería, un misil o cohete.
- 8.- **Detonación:** Es un cambio químico que ocurre a una muy alta velocidad (entre 1.000 y 8.500 m/seg), debido a la transmisión de calor a través de la sustancia explosiva, con una onda de choque la cual da una completa desintegración molecular. El producto de la desintegración es casi siempre gaseoso y acompañado por la evolución de calor (altas temperaturas). La de



tonación puede iniciarse por impacto mecánico o fricción, también por aplicación de calor, y en algunos casos la precede un período de deflagración. También puede provocarse por transferencia de la onda detonante de otro explosivo, este fenómeno se conoce como “detonación por simpatía”.

- 9.- **Explosión:** Es un fenómeno en cuyo desarrollo se produce un rápido desprendimiento de energía en un brevísimo período de tiempo, produciéndose un gran volumen de gases a elevadas temperaturas. Esto crea un foco de elevada presión, llamada onda de choque, que al propagarse produce la mayoría de los efectos destructores asociados la explosión.

Según sea el origen de la energía liberada tenemos: explosiones mecánicas, eléctricas y nucleares.

- 10.- **Flare:** Son contramedidas de infrarrojos, a veces conocidas por sus siglas en inglés IRCM (infrared counter measures), son unos dispositivos diseñados para proteger una aeronave de misiles guiados por infrarrojos (seguimiento de calor) confundiendo el sistema de guiado de los misiles y por tanto haciendo que falle su objetivo.

- 11.- **Libra (Lbs.):** Equivale a 0,45 Kilogramos (Kg.)

- 12.- **Nudos:** Equivale a 1,852 Km/h

- 13.- **Obturar:** Cerrar la recámara del arma.

- 14.- **Oxidante:** Conocido también como comburente, es un compuesto químico que oxida a otra sustancia en reacciones electroquímicas o de reducción-oxidación. En estas reacciones, el compuesto oxidante se reduce básicamente:

El oxidante se reduce, gana electrones.

El reductor se oxida, pierde electrones.

Todos los componentes de la reacción tienen un estado de oxidación.

En estas reacciones se da un intercambio de electrones.

- 15.- **Pies:** Equivale a 0,3048 Metros (m)

- 16.- **Propelente:** Son sustancias muy diversas pudiendo estar en estado sólido, líquido, gaseoso o mixto. Estos propelentes reaccionan en la cámara de



empuje o cámara de combustión, generando gases a alta presión y gran temperatura. Cuando estos gases salen por la tobera a gran velocidad, generan el empuje necesario para elevar y acelerar el cohete. Aplicable también a municiones y misiles.

- 17.- **Pulgada:** Equivale a 0,0254 Metros (m)
- 18.- **Reductor:** Es aquel que cede electrones a un agente oxidante. Existe una reacción química conocida como reacción de reducción-oxidación, en la que se da una transferencia de electrones.
- 19.- **Retrocarga:** Un arma de retrocarga es un arma de fuego en la cual el proyectil es cargado por la parte posterior de ella, a diferencia de las armas de avancarga.
- 20.- **Submuniciones:** Pequeñas bombas que contienen una bomba de aviación tipo racimo. Estas pequeñas bombas pueden causar diferentes daños, como perforar vehículos blindados con su carga explosiva, matar o herir a personas con sus fragmentos de metralla o iniciar incendios.





LISTA DE IMÁGENES E ILUSTRACIONES

Figura	Lectura
Figura 1.1	Armas prehistóricas.
Figura 1.2	Mosquete de mecha.
Figura 1.3	Disparo con uso de pedernal.
Figura 1.4	Arma de percusión.
Figura 1.5	Ametralladora Gatling.
Figura 1.6	Primeros cohetes chinos.
Figura 1.7	Sincronización del disparo y giro de la hélice desarrollado por Fokker.
Figura 1.8	Deflector de munición ideado por Roland Garros en Francia, Primera Guerra Mundial.
Figura 1.9	Maqueta de avión a reacción Me-262 con cuatro cañones de 30 mm en la nariz.
Figura 1.10	Cañón tipo revolver M-39, fabricado por EE.UU.
Figura 1.11	Bomba de aviación con guiado láserico.
Figura 1.12	Misil aire – aire Sidewinder AIM-9M.
Figura 1.13	UAV Hermes 900, de la Fuerza Aérea de Chile.
Figura 2.1	Utilización de explosivo en una bomba de aviación.
Figura 2.2	Clasificación de los Explosivos.
Figura 2.3	Cápsula iniciadora de una munición ya percutada.
Figura 2.4	Pólvoras en sus diferentes tamaños y formas.
Figura 2.5	Grano tubular multiperforado de pólvora base simple.
Figura 2.6	Motor de un misil compuesto de propelente homogéneo.
Figura 2.7	Pirotécnico que produce humo para señalización.
Figura 3.1	Componentes de la parte anterior del arma.
Figura 3.2	Componentes de la parte posterior del arma.
Figura 3.3	Cierre accionado por retroceso de masa.
Figura 3.4	Ametralladora accionada por retroceso de masas en avión A-29 Super Tucano.
Figura 3.5	Cierre accionado por toma de gases.
Figura 3.6	Ametralladora accionada por toma de gases.
Figura 3.7	Cañón tipo revolver de 20 mm.
Figura 3.8	Ametralladora Gatling de 7,62 mm en avión A-37 Dragonfly.
Figura 3.9	Carga manual de munición en avión F-16
Figura 3.10	Tambor de almacenamiento de munición que utiliza



Figura 4.5	Diversos tipos de pólvoras (propelentes)
Figura 4.6	Partes de un proyectil.
Figura 4.7	Helicóptero disparando munición trazadora a un blanco terrestre.
Figura 4.8	Munición 9 x 19 mm.
Figura 5.1	Componentes principales del cohete.
Figura 5.2	Componentes principales del motor del cohete.
Figura 5.3	Igualación de presiones internas.
Figura 5.4	Escape de gases.
Figura 5.5	Escape de gases a través de una tobera.
Figura 5.6	Cabeza de guerra de propósito general.
Figura 5.7	Cabeza de guerra flechette.
Figura 5.8	Cabeza de guerra para iluminación.
Figura 5.9	Cabeza de guerra de práctica.
Figura 5.10	Disposición del propelente al interior de motor cohete.
Figura 5.11	Aletas del motor cohete desplegadas.
Figura 5.12	Soportes fijos de cohetes bajo el ala de un avión (Segunda Guerra Mundial).
Figura 5.13	Lanza cohete múltiple de 7 cohetes.
Figura 6.1	Componentes principales de un misil.
Figura 6.2	Sistema de búsqueda del misil.
Figura 6.3	Carga de combate de misil aire – aire Python III.
Figura 6.4	Efecto radial de la carga de combate de un misil.
Figura 6.5	Activación de espoleta por impacto directo y proximidad.
Figura 6.6	Motor de propelente sólido.
Figura 6.7	Motor de propelente líquido.
Figura 6.8	Alas móviles y fijas de misil Python V.
Figura 6.9	Sistema de seguro y armado de un misil.
Figura 6.10	Ubicación de la batería térmica dentro de un misil.
Figura 6.11	Sistema guía activo.
Figura 6.12	Sistema guía Semiactivo.
Figura 6.13	Sistema guía Pasivo.
Figura 6.14	Misil Sidewinder 9 B.
Figura 6.15	Misil Shafrir II.
Figura 6.16	Misil Python III.
Figura 6.17	Esquema general de lanzamiento de misil de 4ª generación en posición encontrado.
Figura 7.1	Componentes de una bomba de aviación.

Figura 7.2	Cuerpo de una bomba de aviación tipo MK 84.
Figura 7.3	Estabilizador cónico de cuatro aletas.
Figura 7.4	Estabilizador de acción retardada.
Figura 7.5	Estabilizador especial, en una bomba de aviación de guiado láserico.
Figura 7.6	Espoleta M-904.
Figura 7.7	Método de armado por veleta.
Figura 7.8	Espoleta FMU 54, activada por inercia.
Figura 7.9	Espoleta electrónica FMU-139.
Figura 7.10	Gancho de suspensión.
Figura 7.11	Detalle de la suspensión OTAN, pacto de Varsovia y UK.
Figura 7.12	Familia de la serie de bombas de aviación MK.
Figura 7.13	Cuerpo de bomba de aviación BLU109.
Figura 7.14	Interior del cuerpo de bomba de aviación BLU 109.
Figura 7.15	Bomba de aviación de fragmentación tipo MK-82.
Figura 7.16	Esquema del lanzamiento de la Bomba Cluster (racimo) CB-250K.
Figura 7.17	Bomba de Práctica BDU-33.
Figura 7.18	Bomba de ejercicio MK-82.
Figura 7.19	Bomba química de acción incendiaria BLU 27
Figura 7.20	Esquema de guiado por Laser.
Figura 7.21	Esquema de guiado por GPS.
Figura 7.22	Esquema de guiado por TV.
Figura 8.1	Secuencia de una eyección desde una aeronave.
Figura 8.2	Vista frontal del asiento eyectable de un avión A-37 Dragonfly.
Figura 8.3	Vista trasera del asiento eyectable de un avión A-37 Dragonfly.
Figura 8.4	Contenedor de un Chaff modelo RR-170 con su iniciador.
Figura 8.5	Componente interior del Chaff modelo RR-170.
Figura 8.6	Contenedor del Flare Modelo MJU 7 A con su iniciador.
Figura 8.7	Componente interior del Flare modelo MJU 7 A.
Figura 8.8	Lanzamiento de Flare como medio de autodefensa.
Figura 8.9	Bengala para iluminación modelo LUU4B.
figura 8.10	Iluminación por medio de bengala.

Todas las fotografías e ilustraciones son propiedad del autor.

En estas páginas el Autor describe con sencillez y precisión el desarrollo del armamento utilizado en las aeronaves, otorgando al texto una impronta orientadora a sus lectores: cadetes, alumnos y otros integrantes de la institución que se inician en el estudio de este ámbito.

El desarrollo del tema se inicia con un resumen del progreso histórico del armamento hasta su empleo en el campo aeronáutico para continuar con las especificaciones técnicas de cañones aéreos, materias energéticas, municiones, cohetes, misiles, bombas de aviación y por último, los pirotécnicos que utilizan las aeronaves cuando operan con armamento.

De esta forma, este escrito puede ser leído por cualquier persona con motivación e interés de conocer y comprender esta apasionante área que involucra a nuestra Fuerza Aérea.