

## Ingenios volantes dirigidos

Queremos empezar estas consideraciones echando una ojeada a las posibilidades y limitaciones de los proyectiles de gran radio de acción.

Los avances técnicos alcanzados durante un determinado período de tiempo siempre influyeron en las guerras libradas durante el mismo; por espacio de siglos enteros estos progresos técnicos fueron fragmentarios, y el avance fué siempre tan lento, que los militares podían creer que se bastaban a sí mismos.

Hasta, aproximadamente, el 1800, la técnica habíase limitado a influir sobre el "arte militar", pero nunca llegó a dominarlo.

Luego las cosas comenzaron a cambiar, y, debido en parte a determinados inventos, la técnica y la ingeniería mecánica comenzaron a convertirse en factores dominantes. El problema planteado a los militares dejó de ser ya el de cómo utilizar en su provecho las posibilidades que presentaban las innovaciones técnicas, para convertirse en cómo adaptar la táctica y la estrategia a los factores técnicos ya existentes.

Producto derivado de este profundo cambio fué desde entonces la creencia (siempre viva, aunque siempre errónea) de que toda esperanza había de depositarse en "un arma nueva".

Los más importantes logros conseguidos en el curso de la segunda guerra mundial fueron la bomba atómica, el radar, la espoleta de proximidad y el proyectil aéreo de gran radio de acción.

Aunque es probable que la bomba atómica

pueda ciertamente, por sí misma y utilizada en ciertas cantidades, significar el fin de las estructuras de superficie, podría ser de utilidad examinar las limitaciones impuestas al proyectil de gran radio de acción, tanto por la técnica como por las leyes naturales, ya que este proyectil podría servir de vehículo a dicho agresivo nuclear.

Se hace especial hincapié en el término "de gran radio de acción" o "de gran alcance", cuya significación incluye distancias que rebasen los 500 kilómetros, ya alcanzados, porque esta cifra elimina toda posibilidad de comparación con el fuego y alcance artillero.

Para destruir un objetivo que se encuentra a 300 kilómetros de distancia pueden seguirse dos caminos.

Uno es el bombardeo aéreo mediante bombarderos pilotados. Poca importancia tiene, relativamente, el que el proyectil lanzado desde el avión contra el objetivo terrestre sea una bomba inerte (normal, no controlada), o bien proyectiles dirigidos (tanto el tipo del Azon, Razón o Roc, impulsados por la fuerza de la gravedad, como del tipo de los autopropulsados una vez lanzados desde el avión). La elección de la clase de proyectil aéreo la determinará casi exclusivamente la naturaleza del objetivo.

El otro medio es el empleo del proyectil aéreo de gran alcance o de gran radio de acción, del que existen dos tipos distintos fundamentalmente diferentes. La diferencia básica consiste

en que el proyectil cruce el aire aerodinámicamente, apoyado en él o no; es decir, "apoyado" en la atmósfera, como un avión, o no. El proyectil alemán V-1 fué un ejemplo de proyectil aerodinámicamente sustentado; en tanto que el V-2, también alemán, constituye un ejemplo de proyectil carente de apoyo aerodinámico (no tiene alas, ni siquiera embrionarias). Esta diferencia determina el que el proyectil viaje a lo largo de una "ruta" o "senda" de vuelo ("flight path"), o bien a lo largo de una trayectoria; en el primer caso, como si fuera un avión; en el segundo, casi como un proyectil de artillería (sólo que el giro está sustituido por las aletas de cola).

El proyectil dotado de apoyo aerodinámico realizará la mayor parte de su camino a una altura determinada de antemano, y tanto la fase ascensional como la de descenso (inmediatamente después de despegar del suelo, y poco antes de llegar al objetivo) supondrán una fracción muy pequeña del alcance total. Como un proyectil de esta clase ha de volar a alturas en las que la atmósfera permita apoyo aerodinámico, es evidente que la aviación de caza podrá volar también a su misma altura, y por grande que sea la velocidad de dicho proyectil, el avión de caza será de empleo superior a él para llevar esa misma pequeña carga de agresivo. Esto es cierto, no solamente porque el avión de caza va manejado por un hábil piloto, sino porque puede regresar a su base una vez realizada su misión. Por esta razón, la instalación motopropulsora del caza podrá fabricarse con materiales más costosos, y de aquí que podrá tener unas características de actuación superiores a las de un proyectil que se lanza en una misión sin regreso. Además, el proyectil dotado de apoyo aerodinámico podrá ser interceptado por la caza, el fuego artillero o por proyectiles-cohete lanzados desde tierra (según su velocidad y altura).

A primera vista, esta clase de proyectiles parecía constituir un arma muy barata; los alemanes fabricaban una V-1 al precio de ochocientas a novecientas horas de trabajo (man-hour = trabajo de un obrero en una hora), en tanto que la fabricación de una V-2 les costaba trece mil horas de trabajo. Ahora bien, como la proporción de interceptaciones en la V-1, dada su velocidad, no superior a los 500 kilómetros-hora, fué de un 95 por 100, el precio del proyectil que consigue llegar al objetivo, ya no es de novecientas horas de trabajo, sino de

dieciocho mil; lo que quiere decir que el trabajo empleado en la construcción de dos de estos V-1 que consigan "salir adelante" equivale al empleado en la construcción de tres V-2. De esta forma, los "squadrons" de bombardeo dotados de buena escolta de caza podrían resultar mucho más útiles que este tipo de proyectiles volantes de apoyo aerodinámico.

Sin embargo, estas consideraciones no echan fuera completamente al proyectil de esta clase. Hasta ahora hemos venido considerándolo, sin indicarlo expresamente, como proyectil lanzado desde tierra contra objetivos terrestres, y que cruzaría el aire volando sobre un territorio que, cuanto mayor tiempo y alcance tuviera su vuelo, mayores posibilidades presentaría de interceptación eficaz.

Si, en cambio, consideramos un proyectil de este tipo lanzado desde un barco contra otro, la cosa varía, ya que las posibilidades de interceptación en el mar no aumentan simplemente (a medida que crece el radio de acción o alcance del proyectil), como ocurre en tierra. Parece, por tanto, que estos proyectiles podrían convertirse en armas navales mejor que constituir elementos con base en tierra, con la posible excepción de ciertos usos especiales, tales como su empleo en baterías de costa. Disparados en dirección opuesta, como arma empleada desde barcos contra la costa, probablemente se vería en casi la misma inferioridad de condiciones en que se encontraban al jugar su papel primitivo como arma lanzada desde tierra contra objetivos terrestres.

El otro tipo de proyectil, el carente de apoyo aerodinámico (el proyectil-cohete de gran radio de acción), sigue una trayectoria que no difiere mucho de la correspondiente a un proyectil pesado de artillería. Prácticamente, no existe vuelo horizontal alguno, sino una trayectoria ascensional, que luego se trueca en descenso parabólico.

Ahora bien: mientras un proyectil de artillería cae sobre el blanco con un ángulo no mucho más grande que el de proyección o disparo, el proyectil-cohete de gran alcance viene a caer casi verticalmente. Esto es debido principalmente a la resistencia que el aire opone a las aletas estabilizadoras de cola una vez que el proyectil-cohete vuelve a penetrar en capas atmosféricas cada vez más densas al caer sobre el objetivo (frenado y caída vertical).

Si un proyectil-cohete fuera disparado con

un cierto ángulo (como lo hace un cañón), su trayectoria ascendente se diferenciaría de la de un proyectil normal en que resultaría mucho más recta, mientras funcionase el motor-cohete. Sin embargo, los proyectiles-cohete de gran tamaño no pueden ser disparados inicialmente en ángulo, por varias razones. Se suelen disparar verticalmente, y luego adoptan un ángulo de unos 45 grados, una vez adquirida una velocidad suficientemente elevada.

La ventaja principal que presenta el proyectil-cohete (V-2) de gran alcance, comparado con la V-1, es que, una vez lanzado, no puede ser interceptado como aquélla (por su velocidad supersónica y su trayectoria más allá de la estratosfera). Teóricamente sería posible interceptarlo mediante "contraproyectiles"; pero probablemente pasará aún mucho tiempo hasta que esta posibilidad teórica llegue a plasmarse en realidad práctica.

Incluso la interceptación en su base de lanzamiento resulta en extremo difícil, ya que el proyectil-cohete de gran alcance no exige una rampa de lanzamiento fija y de grandes dimensiones (como la V-1), sino que puede ser lanzado desde cualquier espacio, relativamente duro, que mida seis metros de lado y al que puedan llegar los camiones pesados que lo transportan. Un vehículo motorizado de esta clase puede llegar a cualquier punto, disponer el equipo, disparar varios cohetes y hallarse de nuevo en marcha en poco más de dos horas.

Por su movilidad y por su elevada velocidad, el proyectil-cohete (tipo V-2) de gran alcance es muy superior al proyectil (tipo V-1) sustentado aerodinámicamente, como arma de gran radio de acción. En realidad, apenas es más costoso que el proyectil del tipo V-1, e incluso es más económico que el avión de bombardeo, el cual exige el correspondiente personal de tierra, hangares, pistas, entretenimiento y numerosos servicios auxiliares. Sin embargo, tanto actualmente como en un futuro de cierto número de años, los aviones de bombardeo son los que se llevarán la palma en cuanto a radio de acción. Podría decirse que el bombardero constituye, hoy por hoy, la mejor arma de gran radio de acción y para un futuro inmediato; pero que el proyectil mejor, también de gran radio de acción, es el proyectil-cohete de gran alcance (tipo V-2).

Este proyectil-cohete de gran radio de acción se encuentra sometido, no obstante, a ciertas li-

mitaciones. Su radio de acción (como el de un proyectil) depende en gran modo de la velocidad que alcance. Un proyectil logra su aceleración desde la culata del cañón a la boca del mismo; el proyectil-cohete acelera su marcha sin interrupción desde el momento del lanzamiento hasta que se consume totalmente su combustible motor.

Por tanto, hay que comparar la velocidad de salida de un proyectil por la boca de un cañón con la velocidad del proyectil-cohete en el momento de agotarse su combustible, con la ventaja para este último de haber recorrido ya parte de su trayectoria cuando esto ocurre. Todas las operaciones de apuntar y teledirigir el proyectil-cohete han de llevarse a cabo en ese intervalo de tiempo (que para la V-2 es de unos setenta segundos, sin que sea probable que en ningún caso se llegue a rebasar los ciento veinte segundos en nuevos tipos de más larga trayectoria).

Si disponemos de un proyectil-cohete de muy amplio radio de acción (digamos, por ejemplo, unos 960 kilómetros), aún seguiría acelerando su marcha a considerable distancia del punto de lanzamiento. La distancia (medida a lo largo de la trayectoria) que tal proyectil-cohete recorrería hasta que su motor dejara de funcionar por falta de combustible, podría calcularse en unos 1,500 kilómetros, y sería necesario contar con mandos de potencia considerable para poder continuar guiándolo más allá de esta distancia.

Desde el momento en que el motor, allá en la ionosfera, cesa de funcionar por falta de combustible, es imposible dirigir el proyectil hasta que éste vuelve a entrar en capas atmosféricas más densas; y aunque es posible volver a dirigirlo en su descenso, el problema a resolver es mucho más difícil, ya que el proyectil se encuentra sobre territorio enemigo y se halla ya por bajo del horizonte, lo que elimina la posibilidad de controlarlo mediante haces de radar de ondas cortas, que, como sabemos, se transmiten en línea recta.

Si el problema de la teledirección a muy grandes distancias constituye uno de los factores que limitan el empleo del proyectil-cohete, otro lo constituye el peligro de combustión o explosión. Cuando Londres se hallaba sometido al fuego de los V-2, algunos miembros del ARP dieron cuenta a sus superiores de que habían visto descender un proyectil-cohete V-2 envuelto en una aureola de color rojizo oscuro; se había incen-

diado en vuelo por exceso de temperatura, producida por la velocidad y el rozamiento con la atmósfera.

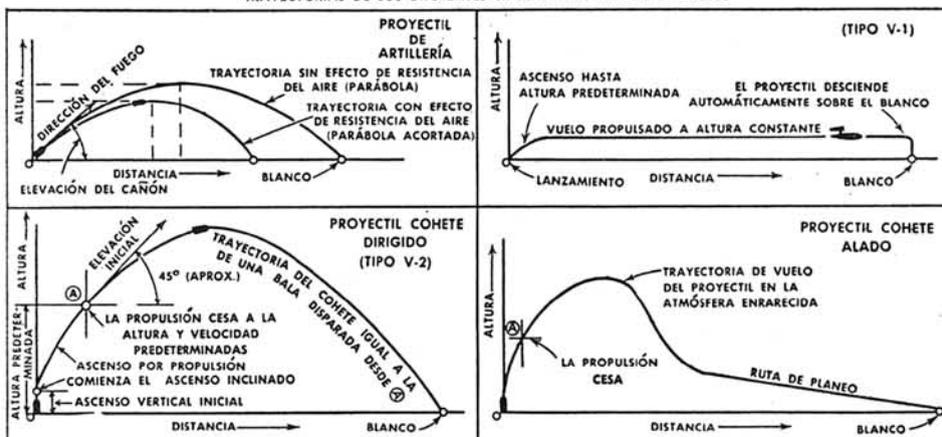
Si bien en un principio se dudó de la veracidad de los relatos de estos vigilantes de vista de águila, las investigaciones realizadas posteriormente vinieron a darles la razón. Efectivamente, se averiguó que tal tipo de proyectil podía calentarse hasta alcanzar temperaturas que llegaban a hacerlo visible. De hecho, la elección del amatol como explosivo fué motivada por estas consideraciones (por tratarse de un explosivo mucho menos sensible al calor).

Como es natural, será posible aislar el explosivo en cierto grado, con lo que este problema no plantearía dificultades insuperables para radios de acción de 960 a 1.600 kilómetros, y tal

das en las V-2, pesa cuatro toneladas (como éstas pesaban), los pesos respectivos en el momento del despegue (para los citados 400 y 1.000 kilómetros de alcance) serían de 16 y 24 toneladas. Pero como los depósitos de combustible tendrían que ser mayores y pesarían más, el proyectil-cohete vacío y sin más que la cabeza explosiva pesaría, en uno y otro caso, cuatro y media y seis toneladas, con lo que los pesos en el momento del despegue se elevarían a 18 toneladas en el primer caso y a 36 en el segundo.

Estos proyectiles-cohete transportarían, en cambio, sólo una tonelada de agresivo. De querer que transportasen cabezas explosivas de tres toneladas, los pesos de los proyectiles vacíos saltarían a unas 10 y 14 toneladas, respectivamente, con lo que los pesos en el momento del des-

TRAYECTORIAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PROYECTILES DIRIGIDOS



vez de incluso 3.200 kilómetros; pero las dificultades continuarán siendo insuperables si se proyectan alcances de 10.000 kilómetros o más.

Por último, existe también la limitación impuesta por las dimensiones y el peso del proyectil en el momento del despegue. Para alcanzar grandes velocidades con un radio de acción elevado, el proyectil-cohete necesita gran cantidad de combustible y comburente, lo cual significa enorme peso y volumen al despegar.

Un radio de acción de más de 400 kilómetros requeriría una "razón de masa" (relación del peso total al peso del proyectil sin combustible) de 4 a 1, en tanto que un disparo a más de 1.000 kilómetros aumentaría esta proporción hasta 6 : 1. Si suponemos que el proyectil vacío, con una cabeza explosiva como las emplea-

das en las V-2, pesa cuatro toneladas para un radio de acción de 400 kilómetros y de 840 toneladas para 1.000 kilómetros; pesos ambos que quedan dentro de lo posible, pero son terriblemente elevados.

Como cualquier otra arma, el proyectil-cohete de gran radio de acción se ve limitado por cierto número de factores que le son innatos. A causa de estas limitaciones, el proyectil-cohete de gran radio de acción es un arma más de que se dispondrá en el arsenal; pero no podrá reemplazar ni a la artillería ni al avión de bombardeo. Hasta aquí lo que hemos considerado de interés en un artículo de *Anti-aircraft Journal*.

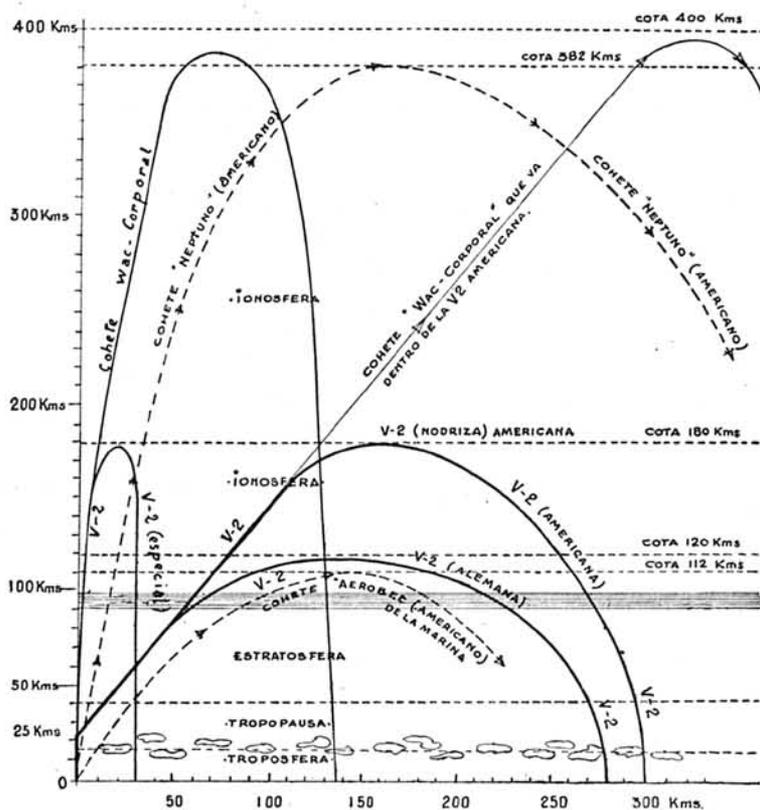
En *Aero Digest* encontramos también algo interesante. Se han dedicado muchas informa-

ciones a describir las características de los proyectiles guiados que pudiera haber dentro de poco. Generalmente emplean la expresión "teóricamente posible", o "dentro del conocimiento actual", o algunas frases análogas. La realidad es que todavía no existen proyectiles guiados a distancia prácticamente resueltos. Son muchas las distintas etapas ya logradas, y, por tanto, se pueden considerar como a punto de conseguirse.

En Norteamérica se considera que para 1953 pueden estar resueltos. Con esto, como en lo que se refiere a los aviones pilotados, entramos de cabeza en la cuestión del gran coste. Hay muchos que han calculado el coste de un programa completo de proyectiles teleguiados en cifras tan astronómicas, que casi carecen de sentido. Siempre es interesante, y algunas veces puede servir de información para entenderlo con mayor claridad, el hacer un breve estudio de los factores que integran este coste tan elevado, por comparación con el coste de los aviones pilotados.

El proyectista de un avión experimental, generalmente ha podido encontrar motores y otras piezas que necesita ya desarrollados o lo suficientemente adelantados para que puedan calcular inmediatamente las características. En general, esto no existe en el campo de los proyectiles teleguiados, porque no se han desarrollado todavía sus motores. Los aviones pilotados han ido progresando gradualmente en características hasta la región subsónica más elevada, haciéndose ensayos muy breves en las regiones transónica y supersónica. Incluso para pretender aprovechar las posibilidades de los proyectiles teleguiados, se debe comenzar por pensar en la región subsónica más elevada, y pasar después rápidamente a la supersónica. Por tanto, desde el punto de vista aerodinámico y de proyecto estructural, el problema es terriblemente complicado, mucho más a causa de la falta de conocimiento de aquellas regiones de la alta atmósfera y de las velocidades supersónicas.

Además, el avión pilotado, por su clasificación, asegura al proyectista que habrá un cerebro humano que manipule su avión. El cerebro electrónico y mecánico que hace falta para el simple vuelo del proyectil teleguiado se encuentra tan sólo en estado de embrión. El avión pilotado llegará a su objetivo guiado por un cerebro humano y regresará después a una base para aterrizar. El proyectil, no solamente debe ir guiado hasta el objetivo, sin que en ello intervenga el cerebro humano, sino que, para que sea útil, debe ser colocado exactamente en él.



El proyectista del avión pilotado puede esperar la realización de una larga serie de vuelos de prueba del mismo avión con un cerebro humano que comunique lo que ha sucedido, y, lo que tiene una importancia análoga, que haga volver al avión con su preciosa carga de datos de información. Cada vuelo de un proyectil teleguiado equivale a un solo vuelo de pruebas de un avión pilotado, más el coste, debido al hecho de que el proyectil se destroza o se pierde. Además, las únicas informaciones son las observaciones del camino recorrido en vuelo, las observaciones ópticas y electrónicas y los registros internos de telemetría. Esto es, una in-

formación muy escasa en comparación de aquella del avión nuevo tipo, y demuestra la necesidad de un número mayor de vuelos de prueba, con el consiguiente gasto de proyectiles, con objeto de obtener la información necesaria. Y hay que reconocer que la información necesaria es la misma, tanto para el avión pilotado como para el proyectil teleguiado.

El avión pilotado necesita solamente un campo de aviación, generalmente adyacente a la fábrica del contratista y enteramente bajo su control. El proyectil teleguiado requiere un campo de pruebas distante, de tales dimensiones, que ninguna casa puede permitirse ese lujo. Este campo tiene que contar con instrumentos muy caros y estar bien equipado, con alojamientos, talleres, laboratorios, servicios administrativos etcétera. Actualmente no hay otra solución sino la de que este campo sea propiedad del Gobierno, que será quien lo explote; sin embargo, lo que cuesta debe quedar consignado en el programa de los proyectiles. También hay que tener presente que no puede aumentarse la utilidad de un campo de pruebas con sólo aumentar las dimensiones o el número de plataformas de lanzamiento. Lo que determina su capacidad es, en realidad, la extensión de las costosas instalaciones que lo constituyen técnicamente.

El estudio de los factores más arriba bosquejados servirá de ayuda para comprender la razón del coste. Por su importancia debe ser considerado como parte del coste de cualquier programa destinado a proporcionar la seguridad nacional. Hasta aquí lo que nos decía *Aero Digest*.

Recordemos ahora, por nuestra parte, que cuando el derrumbamiento de la capacidad de resistencia alemana permitió la efectiva ocupación de su territorio por Oriente y Occidente, uno de los primeros cuidados de sus vencedores fué apoderarse de los artificios de guerra empleados por los alemanes como *armas nuevas*, cuyos secretos de construcción y funcionamiento sólo en parte les eran conocidos; y, más aún, descubrir y conservar la exclusiva de las armas que en período de estudio o experimentación tenía Alemania en vísperas de logro y empleo.

Entre ellos se encontraban los aviones de reacción (con motor cohete) y los ingenios autodirigidos y teledirigidos, con motores de tipos *cohetes* y no *cohetes*.

Hoy queremos ocuparnos brevemente de algu-

no de estos ingenios volantes (o proyectiles aéreos) *autodirigidos*, dejando para otra ocasión el ocuparnos, quizá, de la teledirección más a fondo.

Acabamos de decir que este extremo de la teledirección constituye uno de los puntos que, por no estar totalmente logrado, tiene sin solucionar el problema completo del bombardeo con proyectil volante. Y que otra dificultad radica en los enormes pesos de los combustibles y comburentes que necesita comportar el *proyectil cohete* en el momento del despegue, que por significar, en números redondos, el 65 por 100 del peso total, deja para carga útil explosiva muy poco margen, ya que en el 35 por 100 del peso restante hay que considerar incluido el propio peso en vacío del proyectil.

Recordaremos también que fuera de la atmósfera (sin oxígeno) sólo puede funcionar el *cohetes* propiamente dicho.

Hagamos una diferencia fundamental entre los proyectiles aéreos:

1.º *Tipo subsónico*.— Los que, como la V-1 alemana, volaban (incluso en las ramas más altas de su trayectoria) sin salirse de las capas más densas y bajas de la atmósfera, los cuales pueden tomar de ella el oxígeno (comburente) necesario para la carburación del combustible, por cuyo motivo tienen que ir provistos de elementos de propulsión a reacción *no cohetes*.

Así ocurría con la V-1, que llevaba un motor de reacción y comportaba solamente el combustible, pues el comburente lo tomaba del oxígeno de la atmósfera.

Pero estos ingenios de vuelo bajo encuentran en su trayectoria una resistencia al avance mayor que aquellos otros que se salen de las capas inferiores y densas de la atmósfera terrestre. Si a los que vuelan bajo los proveyésemos de un elemento de impulsión lo suficientemente potente para vencer esa resistencia e intentar velocidades supersónicas, no habríamos, sin embargo, conseguido gran cosa, pues el rozamiento sería tan enorme, y con ello el calentamiento tan elevado, que se produciría la autoexplosión del proyectil e incluso su atomización por combustión, como ocurre con los aerolitos que cruzan nuestra atmósfera terrestre, los cuales se ponen en estado ígneo y estallan o se volatilizan por la enorme temperatura alcanzada a causa del rozamiento.

Esto limitará siempre la máxima velocidad dentro de las capas densas y bajas atmosféricas. De la velocidad depende el alcance en un tiempo dado, pues en un tiempo dado y en proporción a la velocidad posible (y al esfuerzo o rendimiento del motor) se habrá consumido el combustible y caerá el artefacto.

Se deduce lógicamente que *en este tipo de proyectiles volantes de trayectoria interior a las capas bajas y densas de la atmósfera no serán posibles grandes alcances, ni posibles ni convenientes grandes velocidades.*

De aquí la necesidad y la intención de salirse cuanto antes de estas capas bajas para tratar de conseguir—en las altas y enrarecidas—esas grandes velocidades, sin que se produzcan aquellas enormes resistencias y calentamientos. Es evidente que siendo el mismo, aproximadamente, el tiempo de consumo del combustible, será mucho mayor con la velocidad lograda al alcance conseguido. Al tratar luego de este otro tipo de proyectiles veremos los inconvenientes con que se tropieza en aquel caso.

Ahora terminemos de exponer lo oportuno, concerniente a estas armas del tipo de la "V-1" alemana (bomba volante Fieseler-Lusser-Schmidt F2G-76, arma secreta núm. 1).

El motor de la V-1 era un autorreactor, también conocido con el nombre de *termorreactor*, y en inglés *ram-jet*. Algunos prefieren el nombre de *termorreactor* para hacer patente que los fenómenos que en su interior se verifican durante su funcionamiento son esencialmente *termodinámicos*. Los ingleses, con la denominación *ram*, hacen referencia, mediante iniciales, al fenómeno de *golpe de ariete* (o compresión auto-mecánica) producido por el propio viento de la marcha, volando a más de 350 kilómetros-hora, que una vez alcanzada, y logrado ese efecto "ram", provoca el automatismo de estos motores, y ya funcionan por sí mismos en ciclo continuo hasta la terminación del combustible. De aquí también su denominación de *autorreactores*.

Pero aun dentro de esa familia general, el motor de la V-1 era de la modalidad *pulsorreactor*, llamados así por la pulsación que producían unas válvulas que, colocadas en la boca anterior de la tobera de proa, funcionaban a razón de 50 pulsaciones (o ciclos) por segundo.

Se cierran cuando (al efectuarse la explosión

de la mezcla carburante) la presión interior es mayor que la exterior anterior del viento de la propia marcha en vuelo, y se abren cuando (al salir la explosión por la parte de atrás del motor) resulta la presión interior menor que la exterior anterior del viento de la marcha.

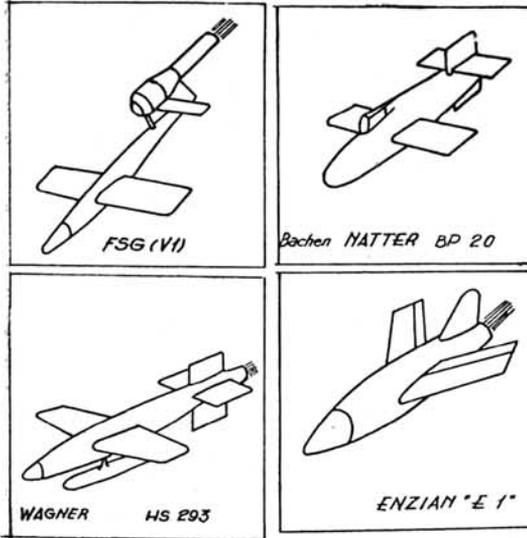
Se trata, pues, de un motor de dos tiempos, inventado en 1930 por Paul Schmidt, ingeniero alemán, que ya hemos dejado dicho a qué enorme velocidad de ciclo funciona. Es, en realidad, una cámara de explosiones intermitentes (de volumen constante y presión variable), pero tan rápido el ciclo que prácticamente constituye un motor de chorro de acción continua.

Este tipo de pulsorreactor no se ha podido adaptar a los aviones tripulados, pues produce una vibración tan enorme que el piloto no podría resistirla, y aun la estructura del avión la resistiría muy poco más de tres o cuatro horas. En la V-1, como su funcionamiento dura sólo unos minutos y al final se destruye por explosión, resulta muy indicado su empleo; siempre que la presión no pase de 300 kg., pues a mayor presión la vibración es demasiado grande y peligra el buen funcionamiento del aparato de autodirección. Se aceptaron 250 kg., y ellos producen en la V-1 una velocidad no superior a 600 kilómetros/hora. Este proyectil V-1 entró en funciones sin tener perfectamente resueltos su autodirección y su lanzamiento, de los cuales el 30 por 100 exigían ser repetidos por no lograrse el efecto "ram" ni el automatismo del motor, y en el 14 por 100 de los lanzamientos se producía la caída inmediata de la bomba con efectos desastrosos.

En su versión definitiva, más perfeccionada, la V-1 se lanzaba desde una *rampa catapulta*, accionada a vapor, generado por la reacción del agua oxigenada concentrada, sobre el permanganato de calcio. Al final del recorrido de la catapulta la V-1 necesitaba haber alcanzado por lo menos 400 kilómetros de velocidad, para que, por haber sobrepasado ampliamente los 350 kilómetros, se produjese el efecto "ram" y empezase el automatismo del pulsorreactor.

La V-1 llevaba un 25 por 100 menos de carga agresiva que la V-2. Su coste era 1/5 del coste de la V-2.

El ruido de su marcha en vuelo se oía mucho antes de su llegada, lo cual aumentaba su efecto terrorífico.



y por esa bomba se calculaban más exactamente las siguientes.

He aquí sus características aproximadas:

*V-1 alemana.*

Altura que alcanzaba cuando iniciaba su vuelo horizontal ...	1.500 m.
Velocidad de subida ...	350 km.
Velocidad de crucero ...	550 "
Alcance máximo ...	200 "
Tiempo de trayectoria ...	30 minutos.
Carga explosiva transportada ...	750 kg.
Peso en vacío ...	1.500 "
Peso total ...	4.000 "
Longitud ...	8 m.
Envergadura ...	6 "

Por su menor peso y menor velocidad de impacto no se enterraba, y el efecto del área de su explosión era mayor que el de la V-2, aunque menos profundo. Era más económica y en cierto modo más eficaz.

Era de ala media, de forma rectangular, sin formar diedro, monoplana, sin inclinación en flecha y sin alerones.

Medía seis metros de envergadura y ocho de longitud.

En su fuselaje llevaba, de proa a popa, la toma de aire para el medidor y regulador de distancia (alcance), el percutor, la brújula piloto alojada en un compartimiento amagnético; el depósito del carburante, dos depósitos esféricos de aire comprimido, y el complejo de los mecanismos y giróscopos para el autopilotaje.

Una vez lanzada y al llegar a cierta altura (bastante baja) la bomba era sostenida en su ruta por la combinación de la brújula piloto con los giróscopos, mientras la toma de aire de proa hacía girar un molinillo, cuyas vueltas iban siendo medidas por un contador, el cual, llegado al número para el cual había sido tarado, cortaba el suministro de carburante y además obraba sobre los timones de profundidad, poniendo la bomba en picado.

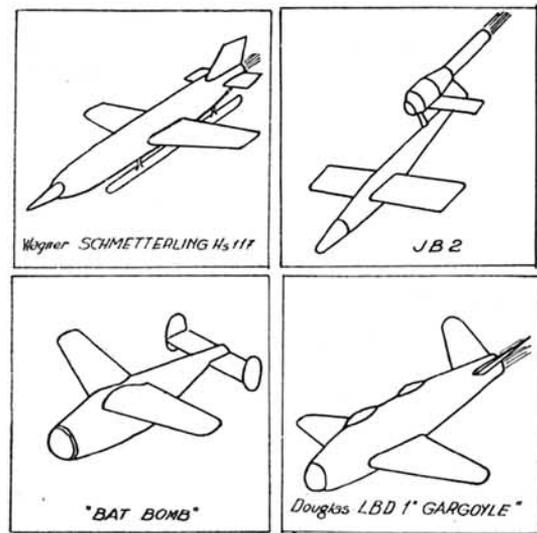
Algunas bombas fueron provistas de un radio-transmisor, que daba una nota continua hasta el momento del picado e impacto, con lo cual se calculaba desde la base de lanzamiento el alcance logrado, según la velocidad conocida fija,

Su altura de trayectoria y su velocidad permitían abatirla con artillería antiaérea, la cual destruyó muchas, incluso de noche, por métodos radar de dirección de tiro.

En cuanto a la caza contemporánea, la superaba ampliamente en velocidad y las destruía fácilmente en vuelo.

Constituyó (cargada con explosivo normal, que fué como se utilizó por no haberse logrado el atómico o nuclear) solamente una sorpresa técnica y una guerra de nervios; fué fácilmente superada con los elementos de interceptación de la Defensa (radar, caza y artillería) y con el buen espíritu de la población civil inglesa que hubo de sufrir su castigo.

Los efectos destructivos reales no fueron de-

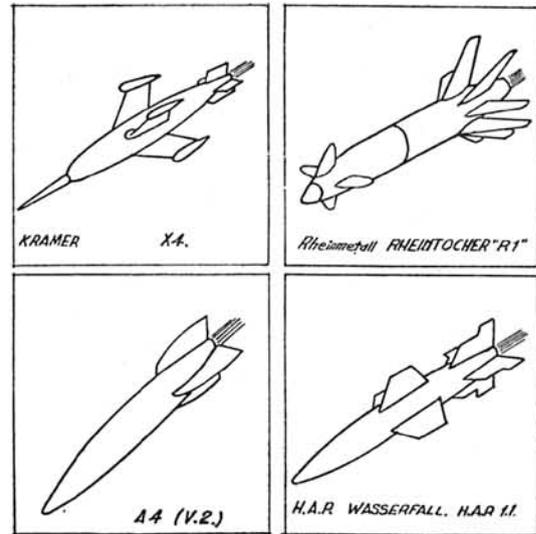


masiado grandes, gracias al poco explosivo que podían transportar y a la falta de exactitud en su puntería.

Cargadas con explosivo nuclear hubieran constituido (y podrían constituir en el futuro) un serio peligro; no obstante limitará su empleo la carestía que siempre significará el prodigar estos proyectiles con explosivo atómico, para que (a pesar de ser muchos de ellos fácilmente interceptados y destruidos) algunos llegasen a su destino sobre extensos y densos núcleos de población y zonas industriales. No olvidemos que las bajas de personal obrero en los barrios próximos a zonas industriales pueden llegar a dejar paradas aquellas industrias por falta de mano de obra especializada y de ingenieros directores, en mayor escala incluso que las destrucciones (siempre reparables) logradas en las instalaciones mecánicas, a menos que aquella destrucción por explosivo atómico fuese total y definitiva.

En el período 1944-45 se lanzaron sobre Inglaterra del Sur unas 8.000 V-1, de las cuales el 50 por 100 fueron destruidas en vuelo por aparatos de caza y por la artillería anti-aérea provista de radar, o chocaron contra los cables de las barreras de globos; un 25 por 100 se perdieron por mal funcionamiento, y sólo el 25 por 100 restante llegó al blanco, pero algunas no estallaron.

*Segundo tipo supersónico.* — Aunque la V-2 pudiera considerarse la máxima expresión del nuevo concepto de artillería aeronáutica de larga distancia, no representa, sin embargo, el má-



ximo alcance que pueda obtenerse con un ingenio de este tipo.

La técnica alemana pensaba que tras haber logrado colocar un *proyectil cohete* como éste a la enorme altura que alcanza en su rama ascendente, luego, al caer, se convirtiese en *bomba volante* (al estilo de la V-1) en vuelo horizontal, y luego, planeado, aumentaría enormemente su alcance, llegando de Europa a América.

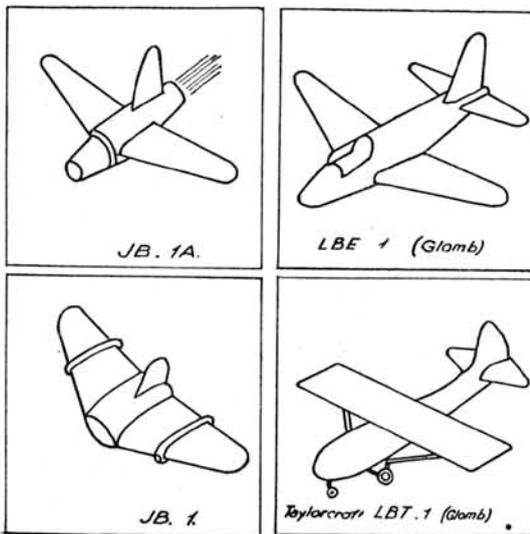
Pero la realización de tal ingenio no sería posible sin antes haber resuelto por separado esta V-2, tras aquella primera V-1.

El efecto para su construcción es, en definitiva, un mayor tamaño en los tipos V-2 que en los tipos V-1, con un mayor peso, y la exigencia de una estructura más resistente y muchísimo más cara. También una mayor desproporción (si cabe) en relación a la carga útil explosiva (agresiva) transportada, sin ninguna ventaja, por otra parte, respecto a exactitud de puntería; antes al contrario, exigir objetivos más extensos.

*Desarrollo de la V-2.*

En 1935 el Estado Mayor del Ejército alemán sometió a Hitler un informe detallado sobre el desarrollo de las bombas cohete de largo alcance dirigidas a distancia, que indicaba que las mismas podían desarrollarse siempre que la *Heereswaffenamt* (Oficina de Armamentos del Ejército) autorizase los medios suficientes.

El Alto Mando del Ejército obtuvo una asignación inicial de diez millones de libras ester-



linas y la promesa de cinco millones más en 1938. Las obras en Peenemunde costaron alrededor de 35 millones de libras esterlinas.

Al enterarse del proyecto de Peenemunde, Goering decidió no dejarse superar por el Ejército, y encomendó al Estado Mayor de la Luftwaffe que les imitara en 1936 para producir cohetes de combustible líquido, sin límite en los gastos. Poco antes de comenzar la guerra el laboratorio estaba listo para iniciar sus investigaciones, con el mayor tanque de oxígeno líquido jamás construido, con capacidad para 110.000 libras, en Trauen.

El programa de investigaciones de Saenger proveía diez años de investigaciones fundamentales en motores cohete de combustible líquido. Después de ese período debía haber disponibles motores para aviones de largo alcance, particularmente bombarderos de gran radio de acción. El propósito era inventar un motor cohete con una potencia de 100 toneladas de fuerza impenlente que durase por un período sustancial.

Los vuelos supersónicos a grandes alturas y a velocidades entre 3 y 30 Mach tenían prioridad en su programa de desarrollos.

En general, el programa de investigaciones de largo alcance de Saenger era más imponente que la política optimista de poco alcance de los tecnólogos del Ejército.

Para 1942 Saenger y sus colaboradores habían desarrollado un motor de oxígeno líquido y aceite que producía cuatro veces más impulso que el de la V-2 de Peenemunde y, además, tenían en estado de experimentación ciertos planes para utilizar ozono líquido y combustibles metálicos. Saenger fué entonces adscrito a la Sección Especial de Motores del Instituto Alemán de Investigaciones de Vuelos a Grandes Velocidades, con la encomienda de trabajar en la aplicación del principio de propulsión Lorin, que él había recomendado utilizar en los cazas de propulsión a chorro continuo (*athodyd*).

Los experimentos realizados en Peenemunde no lograron gran progreso, y las predicciones hechas en 1936 no se realizaron. Los ensayos de los A-1 y A-2 en Kummersdorf, que tenían por fin solucionar los problemas de combustión durante 1933-34 fueron prometedores. El A-1, un proyectil relativamente pequeño, con estabilizador giroscópico y alimentación del combustible por presión de nitrógeno, produjo 660 libras de impulso por dieciséis segundos, y el A-2 modificado había ascendido a 6.500 pies.

Se lanzaron con éxito cerca de una docena de proyectiles. En 1938 probaron en Peenemunde un crecido número de A-3, un cohete más grande y provisto de cierta forma de control automático. Dicho cohete generó 3.300 libras de impulso por cuarenta y cinco segundos, ascendió a 40.000 pies y voló a una distancia de 11 millas. Pero el A-4 (V-2), cohete que sería usado en las operaciones militares, y el A-5, un modelo experimental más pequeño que el A-4, tenían ciertos defectos.

Cuando la versión original del A-4 fué exhibida a Goering y su Estado Mayor para demostrar su operación a larga distancia, el primer cohete no logró despegar y se incendió en tierra; el segundo se precipitó a tierra después de lanzado y estalló con gran estruendo, y el tercero estalló y se quemó en la misma plataforma de lanzamiento. Después de eso el jefe de la Luftwaffe dijo que estaba convencido que el personal de Peenemunde podría desarrollar medios admirables de destrucción a corta distancia, y, como resultado, la Luftwaffe insistió en desarrollar la V-1. En otra ocasión, varios Oficiales de Estado Mayor miraban al mar para observar el descenso de una V-2, cuando sintieron la detonación del cohete detrás de ellos. Ese incidente desalentó altamente a los Oficiales.

Personas bien informadas dicen que la razón principal de los desalentadores resultados logrados por el personal de Peenemunde fué su determinación a realizar todos los trabajos de diseño y desarrollo de la complicada y nueva arma por sí solos. Ellos debieron dejar los problemas especiales a otras instituciones de investigación e industrias capacitadas, tal como hicieron con la V-1 y como se ha hecho en Gran Bretaña con el radar y los motores de turbina de gas.

El diseño se modificaba con excesiva frecuencia y, por coincidencia, cada vez que se le añadía una nueva característica que se desviaba de los principios establecidos por Oberth veinte años atrás, el proyectil resultaba o peligroso o un rotundo fracaso. La mejor modificación fué la instalación de bombas centrífugas de combustible accionadas por turbinas de vapor basadas en el principio Walter, i. e., reacción del permanganato de calcio en peróxido de hidrógeno concentrado. Otras mejoras fueron el empleo de grafito en las aletas estabilizadoras situadas en el paso de los calientes gases y revestir con hilachas de vidrio el tanque de oxígeno. La alimentación y regulación del combustible y el con-

trol del cohete a grandes alturas, y también la baja temperatura del oxígeno líquido, que afectaba los dispositivos de control, eran serios obstáculos. Otro importante perfeccionamiento (también sugerido por Oberth) fué el enfriamiento adicional de la cámara de combustión mediante la admisión del carburante a través de pequeños orificios en las superficies interiores.

#### El A-4 (V-2) de Peenemunde (tomado de "Military Review").

En julio de 1942 comenzaron los ensayos del prototipo del A-4. El primer lanzamiento airoso se realizó en octubre de 1942, y el cuarto cohete disparado voló 170 millas. A fines de 1942 se ordenó a la industria la producción en grande escala de los cohetes. En una fábrica subterránea solamente (en Nordhausen), 30.000 obreros, con 25.000 máquinas, producían 30 cohetes A-4 diariamente. Los alemanes proyectaban a bombardear persistentemente las Islas Británicas con no menos de mil cohetes diarios. Construyeron grandes fábricas de oxígeno líquido y de otros productos químicos necesarios, y para octubre de 1944 tenían 12.000 cohetes V-2.

Finalmente, en julio de 1943 el reconocimiento sistemático de la RAF localizó a Peenemunde y confirmó la existencia de grandes cohetes en dicho sitio. Un mes después el Mando de Bombardeo castigó duramente a Peenemunde, y los daños causados retrasaron las investigaciones. Parte del personal técnico murió; pero era falso el rumor de que había muerto el jefe. Los reconocimientos aéreos nunca dieron con el importante establecimiento de investigaciones en Volkenrode, cerca de Brunswick.

El jueves 7 de septiembre de 1944 llegó al pueblo holandés de Wassenaar, cerca de La Haya, un "Sonderkommando" (Destacamento Especial Independiente) alemán y ordenó evacuar todas las casas. Al mediodía siguiente lanzaron desde allí las dos primeras V-2 contra Londres. Eso demuestra claramente cuán móvil es dicha arma de largo alcance comparada con los muchos días que lleva mover los grandes

cañones montados sobre rieles. Desde varios puntos de La Haya lanzaron 1.027 cohetes, con un 7,7 por 100 de fallos (casi todos con desastrosas consecuencias para las zonas adyacentes). Sólo 600 alcanzaron la zona objetivo. Muchos de ellos se desviaron y cayeron al mar; otros estallaron en el aire. Numerosos cohetes reventaron en el aire al descender, debido a la explosión de la mezcla de alcohol y aire en el tanque, que se mantenía a muy alta presión a fin de forzar el combustible. Por tanto, el 42 por 100 de todos los proyectiles lanzados resultaron inefectivos.

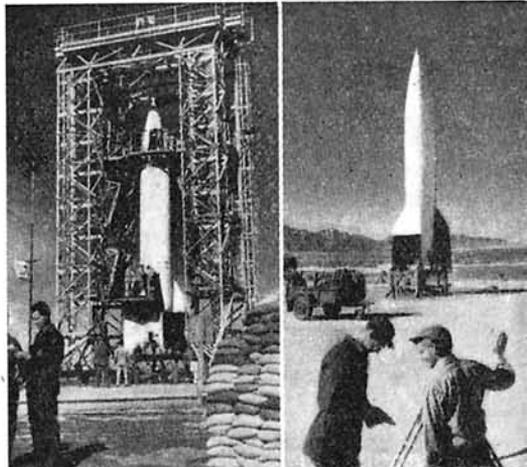
En tiempo borrascoso no se podían lanzar los cohetes V-2, pues el viento derribaba el proyectil mientras se abastecía de combustible (la V-1 podía lanzarse en cualquier clase de tiempo).

Los norteamericanos vencieron ese obstáculo mediante una superestructura que soporta el cohete en posición y facilita el aprovisionarle de combustible y hacer los ajustes.

El cohete se levantaba a la posición vertical por medio de mecanismos hidráulicos, y quedaba parado sobre los estabilizadores en la plataforma de lanzamiento. La plataforma permitía regular los estabilizadores del proyectil de

modo que quedasen en un plano correspondiente al del objetivo. Además protegía el terreno de la flama y desviaba los gases para evitar que el cohete se volcara al elevarse.

Mientras menos tiempo transcurre entre el aprovisionamiento de combustible y el lanzamiento, mayores son las probabilidades de éxito. No sólo se pierde menos oxígeno, sino que también el oxígeno líquido enfría el cohete y afecta notablemente el funcionamiento de sus partes vitales. Por eso hay que calentar de antemano las bombas del combustible y el compartimiento de control de la V-2. En general, los preparativos y lanzamiento de una V-2 requerían el esfuerzo aunado de una dotación diestra. Exigía seis horas a los alemanes lanzar una V-2; los norteamericanos han reducido ese tiempo considerablemente.



Londres fué bombardeada con 2.000 V-2 y Amberes con 1.000. En ambos casos el bombardeo fué, material y moralmente, menos efectivo que los realizados con la bomba voladora V-1.

En junio de 1944, un A-4 se desvió de su curso y reventó sobre Suecia. Un grupo de expertos británicos tuvo oportunidad de estudiar esos residuos. Es de lamentar que la artillería antiaérea no tuviese oportunidad de emplear contra dichos proyectiles barreras de fuego controladas por radar y proyectiles con espoletas radioeléctricas.

Según los expertos alemanes, el más grande inconveniente de la V-2 era la falta de control por radio. Originalmente, ellos trataron de equiparlas con mecanismos de dirección por radio; pero no hallaron una solución práctica, y en lugar de esperar por ella, Hitler y el Alto Mando del Ejército ordenaron emplearlas inmediatamente. Para aquel entonces consideraron hasta dirigir las por televisión. Pero la V-2, como el proyectil de artillería corriente, no tenía medios que la dirigieran después de lanzada. De hecho, tan pronto dejaba de funcionar el motor cohete a velocidad y altura predeterminadas, el proyectil se ajustaba automáticamente a un ángulo fijo de elevación y surcaba el espacio igual que lo hubiese hecho una bala disparada desde esa posición y a la misma velocidad.

\* \* \*

Sin embargo, no todo han de ser ventajas en estos proyectiles ionosféricos.

Por lo pronto (y por no poder contar ya con el oxígeno de la atmósfera, y como no puede existir combustión sin comburente), tendrán que estar provistos estos ingenios de un elemento de propulsión que comprenda o comporte aquellos dos elementos de la carburación (combustible y comburente).

El tipo anterior (V-1) estaba libre de esta segunda esclavitud—de tener que transportar, además, el comburente—, ya que esto significa en el tipo V-2 una mayor carga en el despegue, a lo cual hay que sumar lo que pesen y ocupen los depósitos en que vayan almacenados, y todos los elementos y mecanismos que permitan y provoquen la mezcla en el momento y forma oportunos para iniciar primero la explosión de partida y regular luego la impulsión continua durante el vuelo, en la forma variable que vaya

siendo mejor, según varíen las circunstancias con la altura, resistencia al avance, aceleraciones, consumos, disminución de peso (al consumirse combustible y comburente), etc., etc.; en resumen, regular un funcionamiento o rendimiento de máxima economía y eficacia.

Veamos sus características aproximadas:

*V-2 alemana:*

Longitud: algo menos de 11 metros (según otros datos, 14 m.).

Diámetro: aproximadamente, 1,67 m.

Peso en vacío: unos 3.100 kgs.

Peso del agresivo (amatol): unos 1.000 kgs. escasos.

Peso del combustible y comburente (alcohol, oxígeno líquido, agua oxigenada y permanganato): unos 8.760 kgs.

Peso de ciertos mecanismos de ignición y otros: 140 kgs.

Peso total: unos 13.000 kgs. (según otros datos, solamente 12 toneladas).

Altura máxima (media lograda): 180 kms.

Velocidad máxima: 4.500 m. por segundo.

Tiempo de subida total: 4 minutos.

Tiempo de subida inicial vertical: 40 segundos.

Impulso inicial al despegue: 27.240 kgs.

Impulso en la cúspide de la trayectoria en el momento de velocidad máxima: 26.000 kgs.

Equivalencia en el momento de la velocidad máxima: 1.560.000 cv.

Aceleración en el despegue: 2 g.

Aceleración en el momento de la velocidad máxima, al terminarse el combustible: 7 g.

Capacidad (cualidad balística): 0,48.

Tiempo total de la trayectoria: 8 minutos.

Alcance máximo logrado: 300 kms.

Su disparo y trayectoria se efectúa de la manera siguiente:

a) Se nivela en perfecta posición vertical su eje longitudinal con niveles, y por medio de un teodolito, su plano de simetría (respecto a la disposición interior de los giróscopos), el cual plano de simetría debe quedar orientado de tal modo que pase por el objetivo (azimut del blanco).

En ese plano vertical de tiro se van a verificar todos los cambios que sufre en su trayectoria, y, por tanto, también está en ese plano su rama descendente; y debe hallarse en él aquel objetivo elegido, que ha de coincidir con el punto de caída, extremo final de la trayectoria.

b) Se carga de combustible y comburente

una vez nivelado (alcohol, oxígeno líquido, agua oxigenada y permanganato).

c) Se le adapta en su ojiva superior la cabeza (agresiva si es para guerra: amatol; o la de experimentación y estudios cósmicos: meteorología).

d) Se comprueba y corrige la nivelación, que puede haber sufrido alguna variación con las operaciones anteriores.

e) El personal se refugia a cubierto y en seguro, pues el momento de iniciarse el despegue no está suficientemente logrado y garantizado, y se han producido inversiones iniciales y el arrastrarse el proyectil por el suelo en forma loca, arrasando todo lo que encuentre, hasta consumirse el combustible.

f) Se dispara por procedimientos eléctricos.

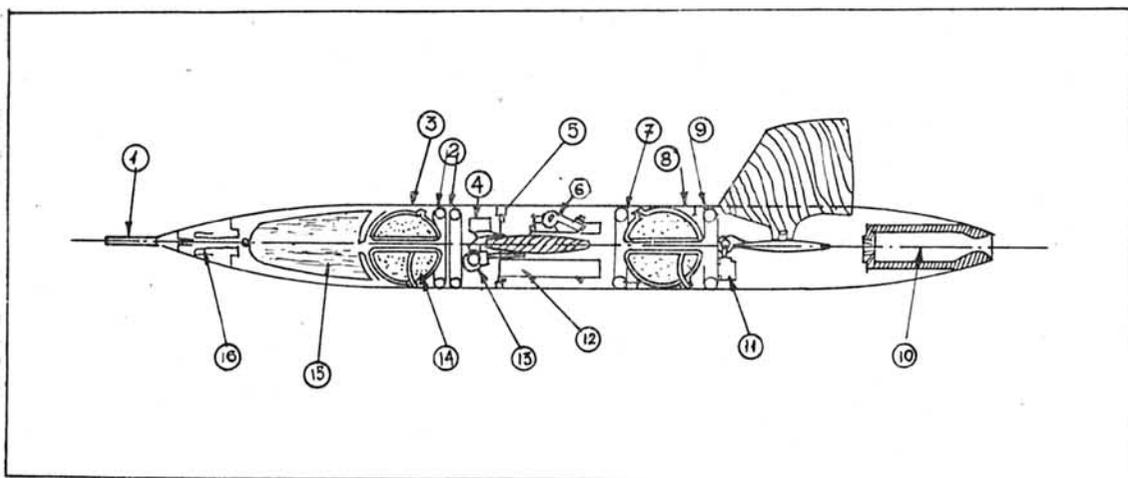
Cuando todo va bien, diez segundos después de la toma de fuego, despega; al principio, muy lentamente, tras la ignición. Gana en seguida rapidísimamente velocidad, con una aceleración de 2 g., que va aumentando hasta llegar a 7 g. a los 150 kilómetros de altura. Los primeros 25 kilómetros los sube verticalmente, en cuarenta segundos. Entonces los giróscopos actúan, imprimiendo un cambio al eje del proyectil de unos 40 a 45°, dentro del plano vertical que pasa por el objetivo. Queda así, subiendo el pro-

yectil con un ángulo de inclinación de 40°, en ese plano del azimut del objetivo contra el cual va dirigido el ataque. Este ángulo de inclinación lo mantienen ya fijo los giróscopos todo el tiempo que siga subiendo por efecto del combustible; y las modificaciones que pueda sufrir son debidas a cambios del centro de gravedad por el consumo de combustible y comburente, y luego, por la disminución de velocidad, al cesar el efecto de impulsión por agotamiento del combustible e iniciarse la rama parabólica descendente, que termina casi en vertical sobre el objetivo.

En la parte más alta de su trayectoria, a unos 150 kilómetros de cota, la aceleración por disminución de peso y de resistencia al avance llega a ser de 7 g., y la velocidad alcanzada es entonces la máxima (unas 5.000 millas, algo más de 8.000 kms/h.). Se trata, pues, de un vehículo "supersónico", que llega a la "ionosfera". A esa velocidad, en capas densas de la atmósfera, se volvería incandescente con el rozamiento y se volatilizaría o estallaría.

Al caer y entrar en las capas bajas, cada vez más densas, sufre un enorme frenado y se calienta atrozmente. Se estudian sistemas de refrigeración.

En nuestro próximo número esperamos tratar de las últimas realizaciones americanas.



Proyectil inglés de agua oxigenada mezclada con hidrato de hidracina metanol, para velocidades sónicas, teledirigido con radar y lanzado desde avión.

1. Extremo del tubo pitot.—2, 7 y 9. Botellas de aire comprimido.—3 y 8. Parte superior amovible.
4. Repetidor.—5. Gancho de suspensión, con vuelta.—6. Piloto automático.—10. Cámara de combustión del cohete.—11. Servo-motor que gobierna la cola.—12. Transmisor telemétrico.—13. Servo-motor de aleta.—14. Depósito delantero de combustible; en la parte posterior hay otro similar.—15. Depósito de agua.—16. Pesos en equilibrio conteniendo las baterías del repetidor.

NOTA.—Referente a las figuras de bombas volantes alemanas, ver el núm. 92, julio 1948, de nuestra Revista.

(Recopilación por el Coronel ARU.)