

miguel angel silva

LOS VEHÍCULOS NO TRIPULADOS



los aeromodelistas también van a la guerra

Editorial San Martín

miguel ángel silva

LOS
VEHÍCULOS
NO TRIPULADOS

los aeromodelistas también van a la guerra

Editorial San Martín

www.radarmalvinas.com.ar

Copyright © Miguel Angel Silva
De esta edición
EDITORIAL SAN MARTIN, S.L.
Difusión: Librería San Martín
Puerta del Sol, 6
28013 MADRID

Impreso en España – Printed in Spain
Por Velograf, Tracia, 17, Madrid

ISBN: 84-7140-317-5
Depósito legal: M. 28029 - 1991

INTRODUCCIÓN

Nadie duda que toda Fuerza Aérea que se precie de tal, debe poseer una combinación apropiada de sistemas bélicos que le aseguren el cumplimiento de su misión, aún en aquellos ambientes de amenazas sumamente densos, como los que cabe encontrar como consecuencia del gran inventario de aviones avanzados y misiles sofisticados disponibles en el mercado internacional.

Esa combinación de sistemas debe permitir, además, una alta probabilidad de éxito al enfrentar las defensas aéreas con que cuenta normalmente el posible oponente, defensas que a veces tienen una capacidad formidable aún en guerras limitadas.

A esto cabe agregar que las Fuerzas de hoy en día se enfrentan con un dilema muy real: deben contrarrestar esas amenazas cada vez más sofisticadas, dentro de los límites impuestos por presupuestos militares restringidos.

Esto nos lleva a determinar que la situación así planteada debe resolverse recurriendo a la inventiva, utilizando a pleno nuestras mentes, y aprovechando en particular lo que nos brinda la tecnología, para lograr la solución con la mínima inversión posible.

Estos hechos, obviamente, apuntan hacia una de las mejores invenciones actuales, los vehículos no tripulados o VeNTri. No los sofisticados y costosos misiles de crucero de navegación programada, sino una gran variedad de vehículos, muchos de apariencias similares a aeromodelos, pero de capacidades insospechadas, y que son los que pueden contribuir en gran medida a la solución buscada.

Aun cuando en el presente trabajo nos referiremos en particular a los VeNTri aéreos, los hay para desplazarse en el terreno, en el mar o bajo su superficie.

Con el continuo avance de la tecnología, este atractivo concepto del empleo de este tipo de vehículos, resulta cada vez más viable como la alternativa ideal, pues la posibilidad de disponer de una plataforma aérea sin las complejidades de un operador humano, ofrece ventajas para una gran variedad de aplicaciones, principalmente en el campo militar, pero cubriendo también necesidades en el ámbito civil.

El interés en estas aeronaves sin piloto se debe: por un lado y como ya dijimos, a los progresos tecnológicos realizados hasta el presente, pues estos vehículos resultan hoy factibles, gracias a los recientes avances en la electrónica, especialmente, en la miniaturización; y su esencia de realización reside fundamentalmente en disponer de computadoras pequeñas y baratas, ya que los VeNTrí resultan realmente útiles cuando son "inteligentes".

Además, son pequeños y de poco costo; ellos rompen la tendencia a sistemas más y más grandes, más y más complicados, y más y más caros, lo que como es lógico, termina traducido en disponer de menos sistemas; por el contrario, los VeNTrí pueden ser más numerosos, y hasta incluso descartables, no sólo porque son baratos, sino también porque no hay vidas humanas directamente envueltas en su operación, pues los "pilotos" permanecen a buen resguardo, lejos del vehículo y sin que sea necesario que arriesguen su vida en misiones peligrosas o a veces suicidas.

Además de no poner en juego vidas humanas, el VeNTrí no tiene a bordo emociones, ni hay necesidades fisiológicas de comer o dormir, pudiendo operar en forma confiable y sin cansancio por horas y horas; pero sobre todo, elimina el sensitivo problema político del prisionero de guerra.

Por otro lado, como son muy pequeños con relación a los aviones tripulados, el enemigo experimenta más dificultades para descubrir su presencia, no sólo por radar o visualmente, sino también auditivamente, pues el sonido de sus motores es lo suficientemente bajo como para que sólo sean detectados cuando están muy cerca.

Esto, agregado a su baja vulnerabilidad, su independencia de áreas preparadas para su recuperación o para su lanzamiento, han sido las razones de su aceptación.

Asimismo, en ciertas aplicaciones, tales como el reconocimiento aéreo, han mostrado poseer performances superiores en comparación con los sistemas tripulados.

Lo hasta aquí indicado nos habla de su auge, el que se debe al entendimiento de las posibilidades brindadas por la interacción de la tecnología y la innovación en el uso operacional de sistemas de armas no convencionales, potenciadas por el impacto que produjeron los resultados obtenidos por los israelíes en la batalla del valle de la Bekaa.

Es por eso que los VeNTrí se han tornado la opción favorita de los planificadores militares y los diseñadores de sistemas, pero la actitud que adoptan no

es la misma, pudiéndose distinguir, por un lado a los fanáticos entusiastas que consideran a estos sistemas como la panaceática solución de todos los problemas; en el otro extremo, se encuentra a los que miran con desprecio a aquellos que consideran con cierta seriedad a estos "juguetes demasiado caros", y finalmente, existe el grupo de los que aprecian la gran capacidad potencial que los VeNTri brindan, y procuran conceptos innovativos que permitan el máximo aprovechamiento de estos aparatos y su inserción armónica en el contexto del resto de los sistemas de armas.

Con anterioridad al éxito israelí, y a pesar de los años que habían transcurrido desde que comenzaron los estudios de este tipo de vehículos, el número de proyectos realizados era sorprendentemente bajo, aun cuando los, VeNTri ya habían dado pruebas de su eficacia en el conflicto de Vietnam, donde se emplearon Firebee modificados para vuelos de reconocimiento y de contramedidas electrónicas, así como para misiones de ataque.

Por ejemplo: se lanzaron Firebee desde las alas de aviones de transporte C-130 para tomar fotografías detrás de las líneas enemigas; eliminando la necesidad de utilizar aviones tripulados de reconocimiento, que tuvieran que someterse al fuego de las armas superficie-aire enemigas para obtener importante información de inteligencia.

Pero tanto en la guerra de Vietnam como en la de Yom Kipur, los VeNTri fueron principalmente utilizados como la última alternativa en situaciones de extrema amenaza y no como procedimiento normal.

Como vemos, la idea de estos vehículos no es nueva, e incluso es anterior a Vietnam, puesto que ciertos, modelos de aviones sin piloto fueron desarrollados intensamente durante la Segunda Guerra Mundial bajo la denominación de "Drones" (moscardón), término que adquirió rápidamente popularidad y con el que a veces, se denomina a los VeNTri.

Estos drones se utilizaron principalmente como blancos en ejercicios de artillería, o como elemento secundario para el reconocimiento fotográfico.

Estos primeros vehículos eran de escaso peso, reducido tamaño y generalmente propulsados por hélice; después de ser lanzados desde una catapulta, volaban un curso predeterminado mediante la ayuda de un autopiloto o de una memoria sencilla, y cuando podían ser controlados remotamente, el operador terrestre sólo podía transmitirles instrucciones limitadas durante el vuelo, tales como cambios de rumbo, además de descenso o ascenso y de autodestrucción.

Salvo algunos modelos, estos vehículos generalmente no eran recuperables.

A diferencia de este "drone", el "RPV" (vehículo remotamente pilotado) es verdaderamente un avión sin piloto, comandado a distancia y en donde las órdenes impartidas son funciones en tiempo real, ya que el lapso transcurrido desde que se ordena una acción hasta que se ejecuta es ínfimo.

El control de estos RPV se efectúa desde una estación terrestre o desde un avión en vuelo, y si bien las operaciones pueden programarse de antemano, el operador tiene la posibilidad de interrogar en todo momento al aparato, para conocer los principales datos del vuelo y "volar" el RPV en la misma forma que un aeromodelista lo hace con su modelo, con la única diferencia que, en lugar de ver a su modelo, lo que utiliza como referencia para sus maniobras es la información que le transmite el RPV, muchas veces fuera del alcance visual de su "piloto".

Los resultados del valle de la Bekaa fueron el booster que impulsó notablemente el desarrollo de los RPV, los que ahora constituyen, en muchos países, uno de los principales programas militares, puesto que a juzgar por la gran variedad de misiones que son capaces de realizar, tienen ante sí un futuro muy prometedor, ya que tanto pueden ser utilizados para reducir la efectividad del enemigo como para afectar a un sistema de radares de defensa aérea, efectuar el reconocimiento aéreo más allá del frente de combate, u orbitar una flota para aumentar su capacidad de detección, así como en la misma forma, extender el alcance de los sensores basados en tierra.

I - COMPARACION CON LOS VEHICULOS TRIPULADOS

Iniciaremos el análisis considerando:

- Qué sucede al dejar en tierra al piloto.
- Cual es la influencia del costo.

La tarea de la tripulación a bordo de un sistema de armas, consiste en operar el mismo y controlar la misión, utilizando para ello las particulares capacidades de percepción de sus sentidos, y la lógica de su cerebro, procesando las señales que registra sobre una situación dada y realizando su análisis, para, basada en éste, tomar decisiones para el consecuente curso de la misión.

En cuanto al avión en sí mismo, éste ha sido diseñado "alrededor" de la tripulación, es decir, procura satisfacer sus necesidades y permitir el ejercicio de sus capacidades en su máxima extensión.

Esto nos permite determinar que la tecnología a aplicar en los sistemas de armas no tripulados:

1. Deberá sustituir las funciones de la tripulación.
2. Podrá desarrollar el vehículo sin considerar su rol de transporte de la tripulación.

La solución que permite sustituir las funciones de la tripulación presenta dos aspectos contrapuestos:

1. Tiende a aumentar la complejidad del sistema, y por lo tanto a incrementar

- los costos.
2. La posibilidad de no tener en cuenta una tripulación a bordo, y por lo tanto eliminar todo lo que ella conlleva, puede ser aprovechada para mejorar las performances y a la vez reducir costos.

Estos dos factores orientan hacia la búsqueda de una solución que los combine en su mejor relación; también es conveniente recordar que cada misión tiene sus propios requerimientos, lo que permite llegar a soluciones óptimas para cada una de ellas.

Si consideramos el más simple de los casos, en un vehículo con tripulación a bordo, ésta consiste en el piloto, el que observa el ambiente que lo rodea, controla sus instrumentos, opera los comandos de su avión y manipula su carga portante según le sea requerido por la situación y la misión.

El paso más obvio por lo tanto, si se desea reemplazar al piloto, es captar información visual sobre el ambiente que lo rodea con un sensor de imágenes (TV o FLIR por ejemplo), y transmitir estas imágenes junto con los datos de actitud y condiciones de vuelo del vehículo al piloto remoto que se encuentra en tierra. Este controlador remoto genera las correspondientes señales de control, las que son retransmitidas al vehículo.

Este concepto simple de RPV ha sido probado en distintos programas de desarrollo, en un principio con resultados que distaban mucho de ser satisfactorios. Los problemas se debían especialmente a la insuficiente capacidad de los sensores de imágenes y las deficiencias de la transmisión de datos, por contraste con lo que podría brindar el ojo humano a bordo del vehículo; a lo que se agregaba la alta susceptibilidad a la interferencia de la información y las señales de control, y la pérdida de confiabilidad del enlace debido a la transmisión sobre grandes distancias.

No obstante, los continuos avances tecnológicos hacen que la opción de eliminar al operador humano a bordo de la plataforma resulte cada vez más real y más práctico.

Pero, ¿por qué insistir en quitar de a bordo al hombre si significa tantos trastornos? Entre otros, existen tres motivos básicos para ello:

1. En ambientes donde existe una amenaza muy elevada con una consiguiente baja probabilidad de supervivencia, los VeNTri resultan ser muy buen reemplazo para reducir las pérdidas de aviones tripulados.
2. Cuando se requiere cumplir ciertas misiones sobre áreas políticamente sensibles, estos vehículos pueden cumplirlas sin necesidad de exponer tripulaciones (ej.: el U-2 de Power) y aún en caso de derribo, el hecho de no contar con un individuo del otro país a bordo, permite que no se pase a mayores.

3. Pero si consideramos los presupuestos militares, probablemente el más importante de los motivos resulte el costo significativamente ventajoso que se puede lograr con los VeNTri en comparación con los aviones tripulados.

¿QUE SUCEDE AL DEJAR EN TIERRA AL PILOTO?

Cuando el piloto deja de ser la medida de todas las cosas en el diseño del avión, se puede desde ya, reducir los requerimientos de carga portante en el peso y volumen que demandan un hombre y su equipo, y junto con ello se puede descartar a la unidad funcional "cabina" completa.

Tampoco se requieren más los criterios de diseño y dispositivos para la seguridad del piloto, por ejemplo no se necesitan ya los costosos sistemas de escape y de mantenimiento de la vida.

Sin un piloto directamente a los mandos del vehículo, los complejos controles de vuelo y el equipamiento electrónico que requiere un avión equivalente pueden permanecer en tierra, y a bordo de la plataforma pueden instalarse sistemas sencillos y de bajo costo.

Otros factores que también son eliminados son los límites de aceleraciones, fijados por la tolerancia del hombre; así las cargas a soportar en las maniobras, quedan sólo determinadas por la mecánica de vuelo y los requerimientos de la misión, permitiendo la realización de maniobras con elevadas G y virajes a regímenes que exceden a los de aviones altamente maniobrables.

Ya no se requiere un tren de aterrizaje reforzado, e incluso se puede recurrir a métodos no convencionales para el descolaje y aterrizaje, tales como catapultas de lanzamiento o recuperación con paracaídas.

Todo esto conlleva a que el vehículo no tripulado puede ser más liviano y pequeño, y además, las complicadas computadoras y el equipo electrónico de tierra no tienen que tener un tamaño miniatura y un diseño especial para resistir los rigores de los vuelos.

No obstante no debemos olvidar que la complejidad y problemas que significan el control remoto o automático, atenúan varias de las ganancias obtenidas con la eliminación del piloto; pero hay un factor sumamente importante, y es que en caso de accidente o destrucción del vehículo no hay riesgo de pérdida de vidas humanas, esto permite concebir libremente operaciones del tipo kamikaze.

A esto debemos agregar, como ya expresamos antes, la ventaja que significa en escenarios políticamente sensibles, el hecho de que no haya un ciudadano a bordo, lo que disminuye la reluctancia al empleo de la plataforma en zonas críticas o más allá de la frontera.

INFLUENCIA DEL COSTO

Finalmente, cabe también considerar a los VeNTri como respuesta a la actual escalada en costos de los vehículos tripulados. La tecnología actual permite que para ciertas misiones estas plataformas sin piloto resulten lo suficientemente baratas como para considerarlas descartables, lo que hace que la ventaja de su precio también constituya un elemento clave.

No es difícil comprender por qué cuestan menos que los aviones: son de menor tamaño y emplean por lo tanto menos material, y éste no es de propiedades especiales, no requieren sistemas sofisticados para la protección o el escape del piloto, y tanto su operación como su mantenimiento resultan menos onerosos.

Como ejemplo, un estudio de la Rand Corp. ha tratado de calcular el ahorro anual de combustible que significaría la operación de un VeNTri en tiempo de paz, comparada con la de un avión F-4 o un A-7.

Los cálculos dieron por resultado que el consumo de combustible por año sería:

- 460.000 galones el F-4.
- 148.000 galones el A-7.
- 2.280 galones el VeNTri.

Para este cálculo se consideró que un VeNTri equipado con dos motores era capaz de descargar una cantidad de armamento comparable con la que llevan un F-4 o un A-7.

Estas diferencias están basadas en que los pilotos de caza requieren aproximadamente 250 horas de vuelo al año para mantener su eficacia, mientras que se calcula que el operador de un VeNTri sólo requeriría 6 horas de vuelo al año (los 2.280 galones) para mantener esa eficacia.

Otro ejemplo es el siguiente estudio publicado por Dornier, hecho en Alemania por H. J. Niessen en 1975 y adaptado a costos de 1981, comparando performances y costos, comparación que es posible sólo en pocos casos dadas las características completamente diferentes de los dos tipos de soluciones. No obstante, la confrontación de algunos parámetros de performances y costos es reveladora.

La comparación, efectuada entre el avión RF-4E (sin radar de observación lateral) y el RPV CL-289, arrojó los siguientes resultados:

	Un ala de reconoc. con RF-4E	Un sistema (9 baterías) de CL-289 de recon.
Personal requerido	1.600	1.100
Costo de adquisición	DM 1,3 billones	DM 800 millones

Costo operativo estimado por año	DM 200 millones	DM 40 millones
Cantidad posible de misiones por día	60 a 100	150 a 200

Como se aprecia en la tabla, el sistema tripulado requiere una vez y media la cantidad de personal y la inversión necesarias para un sistema no tripulado, el costo de operación es 5 veces superior, y la capacidad de misiones posibles por día es la mitad.

Los dos sistemas resultan equivalentes respecto a la cantidad de material fotográfico que pueden proveer, pero no son comparables en cuanto a la flexibilidad de la misión, la profundidad de la penetración y su vulnerabilidad.

Por supuesto, el balance de ventajas y desventajas depende de los requerimientos específicos de cada caso en particular.

Por lo hasta aquí expresado, vemos que uno de los factores más tentadores que presentan los VeNTri es un bajo costo; factor que interviene en todos los aspectos del ciclo vital, en el diseño, producción, operación y utilización.

Si bien las tecnologías aplicadas hasta ahora no han tendido como objetivo primordial al abaratamiento de costos, todos los fabricantes afirman que es factible lograr vehículos de costo lo suficientemente bajo como para que sean descartables.

Para ello se deberá entender que, siendo los VeNTri un concepto distinto, se deben desarrollar nuevas tácticas y procedimientos, así como técnicas especiales, y no simplemente adoptar las de los aviones tripulados. Incluso los requisitos de inspección y procedimientos de mantenimiento se deben encarar en forma distinta, procurando lograr un bajo costo durante el ciclo de vida útil de los vehículos, la que se supone que no será tan extensa como la de los aviones.

Hay, no obstante, muchos subsistemas que deben operar siempre a la perfección, ya que la falla ocasional de alguno de ellos podría causar el fracaso catastrófico de una misión.

Y quizás aquí es donde estriba la mayor dificultad; en determinar si en aquellos casos de misiones complejas los costos de estos sistemas se mantendrán dentro de límites aceptables, como para que su empleo constituya una ventaja neta sobre los aviones tripulados.

Al respecto, los principales constructores de este tipo de vehículos se muestran optimistas ya que aun cuando las cargas útiles resulten sofisticadas y por lo tanto incrementen los costos, la confrontación de éstos con la eficacia será favorable, pues serán capaces de realizar misiones análogas a las de los aviones tripulados pero con menores inversiones.

Por ejemplo, en el caso específico del reconocimiento aéreo, los aviones han dado excelentes muestras de su capacidad, pero cada vez resultan más vulnerables, debido especialmente a los considerables progresos de los sistemas de defensa aérea.

Si al elevado precio de los aviones actuales aptos para estas misiones le

agregamos el de la pérdida de las vidas humanas que lleva consigo el derribo de un avión, no caben dudas de que el uso del VeNTri resulta redituable.

Otro aspecto interesante al utilizar los VeNTri para este tipo de misiones es que les permiten a los observadores "aéreos" escapar a una serie de limitaciones humanas, ya que el observador remoto (en tierra) puede ser reemplazado cada par de horas mientras que el VeNTri no estará cansado antes de que se complete su autonomía o finalice la misión.

Entre las ventajas que este tipo de vehículos pueden brindar a las Fuerzas Armadas, se incluye:

1. El aumento de la movilidad, debido al menor tamaño y peso más ligero de los sistemas.
2. Su capacidad para un mayor estado de apresto que los mucho más complicados sistemas tripulados.
3. La posibilidad de servir como un efecto multiplicador de fuerzas de bajo costo cuando se los usa combinados con sistemas de armas tripulados.
4. La cantidad relativa de personal necesario para las operaciones y sus niveles de capacitación son menores, disminuyendo los requerimientos de adiestramiento.

Pero tal vez la solución lógica al considerar el uso de los VeNTri en reemplazo de los aviones, se logre al responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se puede lograr como sistema VeNTri con las tecnologías actualmente disponibles?
- ¿Cuáles son las aplicaciones posibles en las que los VeNTri resultan superiores?
- ¿Cuáles son las comparaciones de performances y costos y cuáles los resultados que deben considerarse válidos para la selección de uno u otro?

Probablemente en muchos casos la respuesta será que para algunas misiones resulta necesaria la integración de ambos medios, utilizando las ventajas de uno y otro.

Como prueba de este concepto, en Estados Unidos ya existen este tipo de unidades, como la 355th Tactical Fighter Wing, que en su dotación de aviones incluye al 11th Squadron de RPV; y una demostración cabal de esta integración la

dieron los israelíes en el combate del valle de la Bekaa, con la operación coordinada de VeNTri para vigilancia y marcación de blancos junto con aviones de ataque, a igual que el empleo de los primeros como señuelos para que se activaran las defensas aéreas sirias y así localizar sus emplazamientos.

II - TIPOS Y CONFORMACION

Como el título indica, aquí consideraremos:

- Los tipos de VeNTri
- La conformación de un VeNTri típico

TIPOS DE VeNTri

Actualmente existe una pequeña anarquía de términos con los que se designa a los vehículos no tripulados; en la bibliografía actual leemos sobre drones, RPV (Remotely Piloted Vehicle), UMA (Unmanned Aircraft), Moscardón, blanco telepilotoado, etc., y las definiciones indican que, por ejemplo: un drone es un vehículo aéreo, marítimo o terrestre, dirigido por control remoto o automático, es decir que este vocablo se emplea para abarcar a las aeronaves sin tripulación en general.

El término RPV también es erróneamente aplicado a todos los vehículos sin piloto, cuando en realidad se refiere a aquellos guiados remotamente en tiempo real y fuera del alcance visual del operador, dejando el término "drone" sólo para los que se vuelan dentro del alcance visual.

Como existen otros tipos de vehículos también sin piloto que no se encuadran en estas definiciones, trataremos de hacer una clasificación de estos vehículos, a los que agrupamos en general bajo la denominación de "VeNTri - Vehículo No Tripulado":

1. Remotamente pilotados dentro del alcance visual del operador. Conocidos

normalmente como drones, moscardón o blanco telepilotoado.

2. Remotamente pilotados a distancias superiores al alcance visual del operador. Es a éstos a los que cuadra el vocablo RPV.
3. De navegación preprogramada.
4. Plataformas cautivas.

La esencia de la diferencia entre estos tipos de vehículos reside en el sistema de guía o navegación que utilizan. Siendo los RPV los que poseen el sistema de guía más complejo, es hacia ellos que nos orientaremos a lo largo del presente trabajo.

Para aclarar el concepto, digamos que en su operación los RPV son remotamente controlados por un piloto u operador en tierra, utilizando para eso una presentación de una imagen de televisión u otro tipo de sensor que provee un equipo instalado en el vehículo y transmitida al operador en tiempo real.

Se utilizan sistemas de telemetría y sensores diversos para vigilar el vuelo y determinar cómo están funcionando los distintos componentes del aparato. Esto incluye cosas tales como las RPM del motor, temperatura, altura de vuelo, velocidad, inclinaciones y balanceo, ángulo de ataque, desplazamientos laterales e índice de balanceo.

La cámara de televisión u otro sistema de imagen le ofrece al operador en tierra la misma vista que observaría él si estuviera en la cabina del aparato.

En el caso de los drones, en cambio, el operador vuela el dron desde el suelo mientras trata de conservarlo ante su vista, tal como hacen los aeromodelistas con sus modelos radiocontrolados.

Los vehículos de navegación preprogramada por su parte, utilizan el equivalente a un piloto automático que controla todo el vuelo; existiendo en algunos casos la posibilidad de transmitirle al vehículo algunas limitadas señales de comando, o de pasarlo a control remoto cuando está en alcance visual (usualmente para permitir su aterrizaje).

Las plataformas cautivas, se hallan ligadas a tierra por un cable, el que se utiliza para comandar la plataforma y recibir los datos que desde ella se transmiten a tierra.

El resto de las características, tales como carga útil, célula, motor, sistemas de lanzamiento y recuperación, etc., son comunes para cualquiera de los tipos de VeNTri descritos.

Existen otros tipos de vehículos no tripulados y que no obedecen a las funciones de los que aquí analizaremos, tales como:

1. Modelos a escala de aviones reales, o nuevos desarrollos, como el Himat, utilizados para comprobar nuevas ideas y demostrar nuevos conceptos. Estos se asemejan más a los aeromodelos radiocontrolados que a los VeNTri; no obstante se los suele incluir en la categoría de estos últimos.
2. proyectiles guiados, del tipo de los misiles de crucero o armas inteligentes, que utilizan básicamente los mismos principios de guía que los VeNTri. Incluso en algunos casos, los VeNTri son derivados de este tipo de misiles, lo que torna difícil trazar un límite que discrimine unos de otros.
3. Otros tipos de plataformas sin tripulación, diseñadas normalmente para funciones específicas, tales como el Seek Skyhook (radar de vigilancia suspendido de un aerostato), etc.

Los avances tecnológicos recientes han estimulado notablemente el desarrollo de los VeNTri, a tal punto que en algunos artículos especializados se los agrupa en 3 categorías: Maxi, Midi y Mini, de acuerdo con su peso y dimensiones; abarcando desde aviones reales modificados para ser controlados remotamente como blancos, hasta los mini VeNTri.

Esta es la categoría más "popular", ya que resulta la más interesante, por sus posibles aplicaciones y por sus éxitos ya logrados a través del Mastiff, Scout, etc. Es por ello que esta categoría es la de mayor desarrollo, con numerosos estudios tanto en el campo militar como en el civil.

CONFORMACIÓN DE UN VeNTri TÍPICO

Al analizar un sistema VeNTri veremos que el mismo está integrado por los siguientes componentes:

- Vehículo, que comprende:
 - Plataforma
 - Célula.
 - Motor.
 - Dispositivos de lanzamiento y recuperación.
 - Aviónica
 - Comandos de vuelo.
 - Conjunto estabilizador.
 - Conjunto determinador de posición/navegación.
 - Carga Util (uso).
- Estación Remota, para realizar:

- Control de la plataforma.
- Control de la carga útil.
- Recepción de información y procesamiento.
- Sistema de lanzamiento y recuperación.

Este diagrama nos permite observar un detalle: que en general la mayor parte de la bibliografía disponible sobre el tema normalmente sólo trata al VeNTri en su aspecto vehículo-plataforma, y muchas veces sólo se refiere a su célula, olvidando referirse, o tratando ligeramente, al resto de sus componentes.

Es por eso que en el presente trabajo no nos detendremos en la plataforma, ya que ella no es lo fundamental de un VeNTri, prueba de ello son el Scout y el Mastiff, los VeNTri de más renombre actualmente; que no dejan de ser grandes aeromodelos desde el punto de vista célula, pues si los analizamos en detalle, vemos que lo que en realidad los hace efectivos es su carga útil, y en especial su aviónica y la capacidad de control.

Por lo tanto, es sobre estos aspectos que nos extenderemos, luego de una breve referencia a las plataformas.

III - PLATAFORMA (vehículo)

Para analizarla consideraremos:

- La forma de los vehículos
- El material de construcción
- Su vulnerabilidad

FORMA DE LOS VEHICULOS

La forma de los VeNTri está en general supeditada a la técnica de vuelo que emplean, y su variedad es tal que resulta difícil intentar un agrupamiento o clasificación por tipos.

Una de las mayores áreas de VeNTri es la de aquellos que poseen una forma semejante a grandes aeromodelos propulsados por hélice, normalmente diseñados para vuelo bajo y lento, lo que los hace aptos especialmente para todas aquellas tareas relacionadas con el reconocimiento, marcación de blancos o reglado de fuegos.

Con el objeto de satisfacer el mismo tipo de misiones, pero en zonas próximas a su lanzamiento, se han desarrollado algunos que se basan para su vuelo en rotores de sustentación (tipo helicópteros), normalmente dos contrarrotativos.

Para tareas en las que se requieren grandes velocidades, como las de señuelos para simular aviones o misiles de crucero que penetran a distintas cotas, o para ser usados como blancos, se cuenta con VeNTri impulsados por motor a reacción o cohete, que les permiten vuelos supersónicos o subsónicos altos; dotados de superficies alares y combustible como para operar desde pocos minutos hasta 2 ó

3 horas.

Algunos de éstos están diseñados para alcanzar altas cotas (15.000 a 18.000 ft) y luego permanecer planeando hasta por 24 hs. (AQM-34).

Cuando el tiempo de vuelo requerido es breve, y la carga útil mínima, como es el caso de los empleados como blancos, se recurre a derivaciones de misiles que han sido desactivados como tales o son de bajo costo.

Algunos modelos, diseñados originalmente como blancos, han sido a su vez también modificados para convertirlos en vehículos de reconocimiento.

Los soviéticos han hecho otro tanto con misiles de crucero como el T-4A, convertido en el VeNTri de reconocimiento conocido como Yastreb, de alta cota y gran alcance.

Por supuesto, los aviones tripulados que quedaban desactivados como tales, fueron los primeros en sufrir transformaciones para lograr vehículos no tripulados, muchos de ellos fueron convertidos en blancos (F-86, F-102, etc.) o en vehículos de reconocimiento (YAK-25).

Podemos asimismo mencionar a aquellos que utilizan un minidirigible como plataforma (miniblimp).

Ya más específicos, hay VeNTri diseñados en función exclusiva de las características aerodinámicas, que son dedicados a estudios específicos de vuelo, como el Himat o modelos a escala de futuros aviones reales.

Existen otros factores que influyen a veces notablemente en el diseño de la forma del VeNTrí.

Por ejemplo, una carga útil en la trompa obligará a usar una hélice propulsora (aquila), lo mismo sucede si la recuperación es por red (mastíff), o si el lanzamiento es desde contenedores donde las alas deben ser plegables (brave).

Dentro de cada una de estas grandes áreas la banda de las posibles variaciones es grande, y sólo limitada por la imaginación de los diseñadores; un ejemplo de esto lo dan los alemanes, que dentro de aquellos modelos de sustentación por empuje de rotores han desarrollado:

1. El Kiebitz, que presenta la particularidad de que el rotor no es movido por un motor a través de engranajes, sino que se basa en el principio de reacción. Las palas del rotor son giradas por aire frío que escapa a través de válvulas en las punteras de las palas; el aire es provisto por un compresor movido por una turbina de gas, y utiliza el mismo principio, mediante elementos de empuje, para lograr el control alrededor del eje vertical.
2. El Aerodyno, que obtiene su fuerza ascensional y de desplazamiento con una hélice carenada que posee unos deflectores del chorro que le permiten ascender y desplazarse (concepto parecido al del Harrier).

3. El Scout, que logra su fuerza ascensional mediante un volante de inercia.

MATERIAL DE CONSTRUCCION

El VeNTri es un elemento que:

1. Considerados sus posibles usos, se requiere en grandes cantidades.
2. Tiene un alto porcentaje de pérdida o destrucción.

Esto indica que su costo debe ser lo más bajo posible; una forma de lograrlo es recurriendo a materiales y técnicas de construcción nuevas que los abaraten.

Por eso la mayoría de los fabricantes han recurrido a los materiales compuestos, especialmente resinas, las que a su vez y por sus características permiten la fabricación automatizada de grandes cantidades.

Entre los materiales más comúnmente usados encontramos la fibra de vidrio, espuma de plástico, poliuretano, polietileno, policarbonatos, e incluso papel comprimido, recurriéndose a veces también al Kevlar.

Así, la fabricación de fuselaje, alas y estabilizadores con plásticos y espumas moldeados, junto con técnicas de ensamblado sencillas y producción en grandes cantidades permiten disminuir notablemente los costos de las células, haciéndolas descartables.

A esto ayuda el recurrir a componentes comerciales disponibles en el mercado para la propulsión y el sistema de navegación y guía.

De esta forma, lo único valioso es la carga útil, lo que permite que en aquellos casos en que la carga, por sus características no es recuperable, sea porque se la lanza, sea porque es una carga explosiva, al VeNTri en su conjunto se lo diseñe como descartable, simplificando enormemente las operaciones al no tener que preocuparse por la fase de recuperación.

No debe asumirse que lo expresado indica que estos vehículos son endebles, pues los materiales y las técnicas de construcción empleados permiten en muchos casos que soporten aceleraciones superiores a 6 G, y a veces hasta 10 G.

Para simplificar la fabricación y también el traslado hasta la zona en que operarán, los modelos normalmente son desarmables en subconjuntos (alas, fuselaje, motor, etc.), concebidos en forma modular.

La planta propulsora varía según la técnica de vuelo empleada, en el caso de los más populares, los mini, éstos son movidos por pequeños motores, normalmente de dos tiempos, y con potencias que van desde 3 ó 4 HP hasta 30 y a veces 60 HP, como ejemplo, el Skyeye es propulsado por un motor de dos tiempos de 30 HP, fabricado originalmente para motos.

Igualmente las hélices, aún cuando las hay de pitch variable, en general son fijas.

VULNERABILIDAD

Este es un aspecto sumamente importante, dado que los VeNTri penetran, a veces profundamente, en territorio enemigo, haciéndolo a bajas cota y velocidad.

Son las características físicas de la plataforma las que determinarán su grado de supervivencia al fuego enemigo, por eso se procura que sea lo menos detectable posible.

Para el caso de radares, el uso de materiales compuestos en su construcción y su pequeño tamaño ayudan a que su superficie radar sea mínima. Su tamaño también dificulta la detección óptica.

Para disminuir la detección IR, el motor suele estar completamente recubierto, incluyendo sus caños de escape, los que salen hacia arriba para enmascarar aún más los gases de salida.

Se procura asimismo que los motores sean silenciosos para evitar su detección acústica.

IV - GUIADO Y CONTROL

Los aspectos que debemos considerar son:

- Estabilidad y maniobra
- Posición
- Guía
- Enlace
- Regreso autónomo al aterrizaje
- Resto de la aviónica
- Transformación de aviones en VeNTri
- Estación de control
- Control múltiple simultáneo

Un aspecto esencial en el concepto de los VeNTri es el del control remoto, el ejemplo más notable en donde todo el potencial de esta técnica se ha puesto de manifiesto es en los programas espaciales, en los que, salvando las diferencias, y las distancias, el concepto de guiado aplicado guarda mucha relación con el necesario para los VeNTri.

La miniaturización que ofrece la microelectrónica y el incremento de la confiabilidad y la precisión logradas brindan una gran capacidad operacional, la que hace posible que ahora se construyan VeNTri que respondan a las expectativas de diseño, cosa que hasta hace poco no era posible debido a las limitaciones técnicas.

Vemos que a medida que estas limitaciones fueron superadas se fueron logrando VeNTri más eficientes y realistas, y el continuo avance en electrónica permite que el concepto básico pueda ser completamente, explotado.

Se pueden adoptar distintos procedimientos de control, los que pueden ir desde un perfil de misión completamente autocontenida y preprogramada, sin intervención externa al vehículo, hasta la técnica de pilotear remotamente el vehículo y controlar el funcionamiento de los sensores desde una estación de control basada en tierra o a bordo de un avión.

Los diferentes objetivos de cada operación a realizar establecen sus propios requerimientos particulares para la navegación y para otros aspectos de la aviónica del modelo, lo que resulta en una relativamente amplia gama de equipamiento.

El primer problema que enfrentan los diseñadores es lograr posicionar geográficamente a la plataforma, con la mayor o menor precisión que especifica su uso.

Para ello se requiere disponer de un sistema de navegación, y por lo tanto de la necesaria capacidad de comando sobre el vehículo.

Además se requiere que el vehículo posea una adecuada estabilidad, tanto para lograr una correcta navegación como para permitir el buen desempeño de determinado tipo de cargas útiles.

Si el método de control requiere la transmisión de señales de y hacia el VeNTri, será necesario disponer de un enlace de datos, y a veces, de la transmisión de imágenes.

Para lograrlo se han desarrollado una gran variedad de técnicas, algunas de las cuales mencionaremos a continuación.

ESTABILIDAD Y MANIOBRA

Los controles de vuelo de los VeNTri, sean por superficies móviles o por empuje, no sólo deben proveer a su guiado, sino también a su estabilidad de vuelo.

En otras palabras el VeNTri puede ser guiado dentro de su trayectoria deseada sólo si posee un vuelo estable, es decir, no oscila o se bambolea alrededor del eje de su curso.

Por eso, antes de considerar las fuentes de señales del guiado, examinemos primero los componentes claves para lograr la estabilidad del vuelo, los que normalmente consisten en giróscopos, que no sólo sirven para estabilizar la plataforma del VeNTri, sino también para aviones, misiles, torpedos y submarinos.

Existen tres ejes de vuelo sobre los que se puede rotar con movimiento de cabeceo (pitch) rolido (roll) y guiñada (yaw) en forma única o combinada.

Los giróscopos, colocados en función de estos ejes de vuelo, permiten disponer de señales, para mantener al VeNTri en un vuelo estable sobre una dirección de avance dada.

Dos características básicas de los giróscopos los convierten en una herramienta muy importante para la estabilización del móvil y su guiado.

Una de ellas es su rigidez axial en el espacio; la otra es su tendencia a la precesión cuando está sujeto a fuerzas externas.

Cuando un rotor giroscópico adquiere velocidad y está alineado en una dirección dada en el espacio, puede ser usado como una referencia de eje de vuelo para cualquier móvil.

Tomando las señales producidas por los balancines en los cuales el rotor está montado, amplificándolas y encaminándolas a través de apropiados servos y actuadores, moverán las superficies de control de vuelo para hacer que el móvil retome el curso deseado.

Otra importante consideración es el "régimen" al cual el móvil se desvía de su curso, el que puede ser medido mediante la precesión de un giróscopo de régimen (rate gyro) para ser alimentado al sistema de control.

Al conjunto de giróscopos que proveen la estabilidad alrededor de los tres ejes de movimiento del vuelo se lo conoce como "autopiloto".

Lograda la estabilidad en los tres ejes, se requiere ahora lograrla en otros aspectos del vuelo, altitud, dirección de avance y velocidad.

Una altitud constante se obtiene fácilmente al recurrir a un transductor conectado a un sensor barométrico, normalmente complementado por un acelerómetro vertical; otro transductor conectado a un sistema adecuado para medir la velocidad permite, mediante un loop a través del acelerador, lograr una velocidad constante; y un compás facilita mantener el rumbo magnético deseado.

En algunos casos un loop un poco más complejo permite las correcciones de desvío por viento, las que pueden ser efectuadas automáticamente por el autopiloto o bajo comando del operador remoto, según el grado de sofisticación empleado.

Con lo hasta aquí descrito, ya disponemos de un vehículo que se desplaza en forma estable con determinadas altitud, dirección y velocidad.

Queda ahora por considerar como maniobrar al móvil, y uno de los primeros aspectos a tener en cuenta es evitar que debido a las maniobras entre en pérdida, para ello se dispone de un sensor de ángulo de ataque acoplado al autopiloto, que actúa como limitador de cabreado, de forma tal que cualquiera sea el comando que inadvertidamente o no genere el operador remoto, el modelo no excederá un ángulo de ataque tal que lo lleve a la pérdida.

De esta forma el VeNTri volará recto y a nivel a una altitud pre-seleccionada; como el autopiloto actúa en todas las fases de la misión, desde el decolaje o lanzamiento hasta su recuperación o aterrizaje, asegura la estabilidad de la plataforma y la facilidad de su control.

Cuando sea necesario variar las condiciones del vuelo, será este autopiloto el que actuará, sea en forma automática en función de un programa ya establecido en la computadora de a bordo, sea obedeciendo a señales externas transmitidas por el operador remoto desde una estación de control.

De esta forma el autopiloto establecerá determinados ángulos de ascenso o

descenso y altitudes a mantener, grados de viraje y ángulo de inclinación de los mismos, recurriendo para ello a los giróscopos de referencia. Otro tanto hará con la velocidad, ajustando la posición del acelerador.

El hecho de que las maniobras son ejecutadas con un régimen de variación controlado brinda la capacidad de volar fuera del alcance visual del operador remoto.

Como elemento de seguridad adicional, también suele estar incorporado al autopiloto un dispositivo que limita automáticamente las maniobras, para asegurar que el cuerpo de la plataforma no actúe como pantalla en la línea visual del enlace entre sus antenas y las correspondientes de la estación de control remoto.

Como veremos más adelante, para esta eventualidad o aquella en que fallen los sistemas principales de a bordo, el autopiloto también actúa automáticamente para intentar restablecer el contacto o iniciar el regreso al lugar de recuperación, o al menos a zonas ocupadas por fuerzas propias.

En el caso de los VeNTri de rotores, como el Sprite, CL-227, etc. como toda aeronave sin cola son naturalmente inestables, y requieren ser automáticamente estabilizados; esto se logra utilizando las referencias de actitud y rumbo derivados de la plataforma estabilizada que constituye parte de la carga útil.

Lograda esta estabilidad automática, la configuración ofrece simplicidad de control, con un mínimo acoplamiento cruzado entre los modos de control.

El control de ascenso se obtiene en forma convencional incrementando el pitch de ambos rotores, diferenciándose de los helicópteros comunes (de rotor simple) en que no hay prácticamente torque.

El control traslacional es obtenido mediante la aplicación de un pitch cíclico a los dos rotores simultáneamente y un cambio diferencial del pitch colectivo mediante el control de yaw, el que es un control de vuelo muy potente bajo condiciones normales como consecuencia de su simetría axial, que hace que no posea superficies de control aerodinámicas.

Las reacciones del cuerpo del vehículo al torque de los rotores es minimizado por cuanto ambos son contrarrotativos; pero cualquier pequeño desbalance de estos torques o pequeñas asimetrías del cuerpo tenderán a perturbar la actitud de guiñada del vehículo. Esta tendencia es compensada con el control de guiñada (yaw) el que distribuye el torque entre los dos rotores para mantener una orientación fija.

El ángulo de guiñada es referido a un giro direccional, y puede ser comandado como el pitch y roll desde tierra.

POSICIÓN

Lograda la estabilidad y capacidad de maniobra de la plataforma, otro

aspecto a resolver es conocer, con mayor o menor precisión según el uso previsto, cual es la posición del modelo en tiempo real.

Si el vehículo es completamente autónomo, es necesario que a bordo se disponga tanto de esta información como de la capacidad para actualizarla, eliminando los pequeños errores que puede acumular el sistema de navegación empleado.

La posición resulta importante ya que como veremos al analizar los distintos usos, en función de ella el computador de a bordo activará la carga útil, determinará posiciones relativas de blancos que detecta o brindará datos para corrección de fuego de artillería, por ejemplo.

También es necesario que el operador remoto tenga conocimiento, de la posición, para poder pilotear la trayectoria del móvil y saber como se desarrolla la misión, y sobre esa base poder intervenir modificando los programas de a bordo; y además, si el VeNTri transmite imágenes a la estación terrestre, poder relacionarlas con determinadas coordenadas geográficas.

La precisión de posición que se requiere varía para cada tipo de misión, por ejemplo, para una misión de ELINT a grandes distancias y altitud se requerirá un sistema de navegación y guiado que brinde una precisión relativamente modesta luego de transcurrido bastante tiempo, pero si en cambio la misión es de reconocimiento fotográfico a baja cota, será imprescindible la mejor precisión de navegación obtenible, para asegurar que los blancos deseados sean sobrevolados y que los datos obtenidos sean correlacionados con precisión, para este caso vemos que también intervienen en forma fundamental las características de estabilidad de la plataforma.

Tomando otro ejemplo, si el VeNTri será utilizado para hacer el homing en emisiones enemigas, como es el caso del Pave Tiger, sólo se necesita una navegación aproximada hasta cierta zona, en donde la plataforma permanecerá orbitando hasta lograr el homing sobre el emisor enemigo.

Debemos tener en cuenta que en algunos casos, el error de posición admisible es sólo de algunas decenas de metros.

Al realizar el análisis, se debe considerar que hay una serie de factores generadores de error a medida que la plataforma se aleja de la estación de control o permanece largo tiempo en vuelo; éstas son perturbaciones accidentales originadas por el viento, irregularidad en el régimen de funcionamiento del motor, etc.

Otro aspecto que influye en el caso de aquellas plataformas de vuelo programado es el conocimiento cabal de las coordenadas del lugar de lanzamiento y la orientación precisa de la rampa o terreno desde donde se efectuará el lanzamiento o despegue.

El método más simple y el más difundido para determinar la posición consiste en un transponder y sus correspondientes antenas a bordo de la plataforma, el que actúa en función de lo indicado por un decodificador en respuesta a las señales de interrogación que envía un transmisor en la estación de control en tierra,

y que emplea una antena parabólica de seguimiento.

La señal de a bordo incluirá un pulso de rango y la información de altura barométrica, con esto se puede conocer la altura y la distancia directa (slant range), y a partir de ellas calcular la distancia geográfica.

Esta información, junto con el dato angular obtenido con un codificador óptico en el montaje de la antena, más el conocimiento de la posición geográfica de la estación terrestre y su orientación, son utilizados para generar la información de coordenadas y así visualizar la navegación.

El computador de la estación terrestre grafica automáticamente estas coordenadas en una grilla sobre un mapa, ploteando la posición de la plataforma. A partir de aquí y hasta que el sistema realice una nueva interrogación y respuesta, utiliza el conocimiento de los estados de los comandos de rumbo, altitud y velocidad para predecir su posición, actualizándola con cada sucesiva interrogación.

Cuando el operador aprecia diferencias entre la posición actual y la que debería tener según lo programado, interviene transmitiendo nuevos comandos a la plataforma.

Con estos métodos se consiguen precisiones de posición aceptables, por ejemplo la del Skyeye es de 10 miliradianes en azimut y 50 metros de distancia.

Por supuesto esta precisión, a igual que en cualquier radar de seguimiento, estará dada por las características de la antena, su barrido y la frecuencia utilizada.

En general se utilizan emisiones en bandas altas (1 a 5 GHz) para lograr haces estrechos y además asegurar radiaciones sólo dentro del alcance visual (LOS) a fin de disminuir a un mínimo las posibilidades de ser afectado por las CME enemigas. No obstante, hay casos como el del Sparrowhawk que utiliza frecuencias bajas.

Como la antena debe brindar sólo precisión en azimut, algunas son del tipo paraboloide, aumentando su apertura de cubrimiento vertical y facilitando con ello el seguimiento.

Si la carga útil incluye un sensor de imagen, y ésta es transmitida en tiempo real a la estación de tierra, la misma podrá ser utilizada para mejorar la precisión de posición, recurriendo a la navegación visual y comparando la imagen con una buena carta del terreno.

En este caso suele recurrirse a la compresión de imagen de video a través del data link, la que puede ser reformateada para dar una imagen que resulte aceptable para el operador. Esto es especialmente importante si el operador realiza el guiado del modelo manualmente por otros medios.

Como podemos apreciar, en el enlace con la plataforma ya intervienen una serie de señales; a fin de disminuir las emisiones se recurre a distintas técnicas. Marconi por ejemplo ha desarrollado una en la que aprovecha la señal de video que transmite a tierra, y haciendo una comparación por señales diferencia, genera el control de apuntado de la antena.

Para lograr la adecuada actualización de posición requerida para ofrecer la precisión que demanda la carga útil, y al mismo tiempo mantener su vulnerabilidad a las CME dentro de límites razonables, se buscan soluciones de compromiso que permitan efectuar gran parte del vuelo en forma autónoma, complementada con esporádicas transmisiones para corregir los datos de su posición; de esta forma durante la mayor parte de su misión la plataforma es controlada por un autopiloto y un computador de a bordo.

Algunos de estos equipos de a bordo son del tipo inercial strapdown, cuyos componentes claves son los conjuntos de giróscopos y acelerómetros de tres ejes y un pequeño computador para proveer cálculos de transferencia de coordenadas.

El equipo requiere una actualización periódica de posición mediante transmisiones en ráfagas; esto le permite al computador de a bordo calcular y compensar los errores de los giróscopos y acelerómetros y asimismo establecer nuevas estimaciones del viento.

Si la información externa no proviene de la estación terrestre, se debe obtener por otros medios, algunos de los cuales resultan sumamente onerosos según el tipo de VeNTri, siendo aplicables sólo si el tipo de misión lo justifica.

Estos sistemas de apoyo pueden ser el NAVSTAR/GPS, JTIDS, LORAN o TERCOM. Sus características operativas son diferentes y por tanto diferentes sus performances, debiendo determinarse cual es el más adecuado para la misión a la que está destinado el VeNTri.

El JTIDS por ejemplo se refiere a un ámbito y es de una importancia tal en el complejo general del control aéreo táctico, que difícilmente se avizore la posible incorporación al mismo de los VeNTri.

Otros sistemas como el TERCOM constituirían la solución ideal, ya que se dispondría de una navegación automática en ruta, pero su costo por ahora lo limita a aviones de combate y misiles de crucero.

Esto nos lleva a sintetizar que prácticamente el único método actualmente aceptable tanto desde el punto de vista precisión como costo es el basado en el transponder de a bordo, aún a riesgo de ser interferido por el enemigo.

Si como se supone, en algún momento el sistema GPS estará disponible para otros usuarios además de Estados Unidos, ésta sería probablemente la mejor de las soluciones.

GUIA

Lograda la estabilidad de la plataforma y disponiendo de posibilidades para conocer su posición, sólo resta guiarla según la trayectoria deseada.

Los comandos para esa guía pueden ser generados en forma externa al modelo o internamente. Según sus características, algunos de los sistemas requieren para su operación de una intensa participación de un operador humano, mientras que

otros, una vez lanzados no necesitan intervención externa.

Ya podemos apreciar que cuando no se requieren señales externas para el guiado, resulta completamente inmune a la CME.

Para lograr que el vuelo sea completamente autónomo se recurre a las capacidades del autopiloto para mantener una altitud, una velocidad y un rumbo constante, de esta forma el vehículo puede ser programado para volar en línea recta entre dos puntos.

Disponiendo del adecuado computador a bordo, se le puede introducir un programa por pasos con el que alimente al autopiloto y que comprende distintos puntos de notificación (waypoints) que debe bloquear a lo largo de su vuelo, yendo de uno a otro en forma sucesiva, y asimismo con las posibilidades de órdenes incluidas y que signifiquen cambios de altitud o activación de otros subprogramas, como el de regreso al punto de recuperación, de operación de la carga útil, etc.

El programa de la misión es normalmente archivado en la memoria de a bordo justo antes del lanzamiento.

Como ya vimos al tratar el tema posición, las distintas perturbaciones accidentales de vientos, mal funcionamiento del motor, etc., no lo hacen apto para su empleo en grandes distancias.

Habíamos mencionado además otra limitación, la dada por la precisión requerida en la introducción de las coordenadas del lugar de lanzamiento y la orientación de la rampa.

Esto fue solucionado por un método que permite lanzar el ingenio en cualquier dirección. Para ello la primera fase del vuelo es radiocomandada, y se utiliza para reglar y comparar parámetros y compensar la plataforma, midiendo las distintas causas de perturbación del vuelo, viento, empuje, asimetrías, etc.; luego de esto es maniobrado hasta un punto preestablecido desde donde comienza su verdadero vuelo programado.

El último punto de notificación de su programa es el lugar de recuperación, incluyendo una rutina para regresar al modo de control por radio, con lo cual el operador lo lleva a la recuperación.

El método autónomo hasta aquí descrito se halla reñido con uno de los requisitos más importantes para el control de los VeNTri, y es el de disponer de una alta flexibilidad para la realización de la misión, con capacidad incluso de actuar en tiempo real.

Esto se logra plenamente con un sistema de control directo manual en todo momento, pero éste a su vez presenta otros problemas.

En primer lugar se debe aceptar que, aún con sistemas ópticos sofisticados, el rango efectivo es de alrededor de 4 a 5 kilómetros, dado por la línea de vista (LOS), en condiciones atmosféricas ideales y sin encontrarse bajo fuego enemigo.

Por otra parte la emisión continua, o más propiamente, la necesidad de recepción permanente del VeNTri, lo hace sumamente vulnerable a las

interferencias.

Lo expuesto conduce a que el método normalmente aplicado sea un sistema híbrido, conocido como pre-programado, y que consiste en el método ya descrito como programado pero con la capacidad de que un operador externo intervenga en cualquier momento.

Esto permite la carga de la misión preprogramada, los waypoints, cursos y altitudes, así como otras órdenes de activación de la carga útil, sensores, transponders, etc.

El vuelo será monitorado desde una estación de tierra y ésta podrá intervenir en cualquier momento cambiando la ruta, actualizando una posición y si se desea, recargando la computadora de a bordo con nuevas instrucciones, ya sea sobre la base de la imagen de video recibida (si es parte de la carga útil) o de cualquier otra información cuando algo de interés o en desarrollo y no anticipado es sentido en el campo de batalla.

Las órdenes a transmitir pueden incluir giros, cambios de altitud, activar o detener cámaras, designadores, etc., e incluso circuitos de orbitaje tales como ochos o circuitos hipódromos o maniobras evasivas.

Si la transmisión del enlace de datos se interrumpe, el VeNTri continúa su vuelo acorde con el último conjunto de instrucciones y datos de posición recibidos.

El último waypoint será siempre el área de recuperación.

Estas órdenes normalmente son transmitidas en forma de ráfagas, a fin de que el tiempo de enlace sea el mínimo, procurando lograr seguridad en las fases de vuelo vulnerables a las CME; esto se complementa con el empleo de códigos apropiados, la activación del receptor sólo en determinados momentos y por poco tiempo, el uso aleatorio por el operador de distintas frecuencias para realizar el enlace, y el uso de antenas direccionales, dándole pocas probabilidades al enemigo para que analice las señales y emita interferencias.

Por supuesto, el lograr la transmisión de datos y el control del vuelo libres de interferencias, son factores de costo adicionales y significan complejidad.

Para mejorar esto, y aprovechando la capacidad de intervención en cualquier momento que posee el operador remoto, el VeNTri puede ser programado para evitar las áreas donde se están realizando interferencias, haciendo que las bordee.

Para el guiado de los RPH, como ya mencionáramos al hablar de su estabilidad, se recurre a los controles de ascenso y traslación; este último es efectuado por el comando de pitch y roll, normalmente generado mediante un joystick con posibilidad de ser trabado en cualquier posición por fricción, así, la dirección y velocidad del vuelo son el resultado directo de la posición del joystick, lo que facilita su operación, y además permite conservar la actitud de vuelo por todo el tiempo que se desee, con pequeñas correcciones ocasionales debidas a vientos o errores de estimas.

A esto ayuda la posibilidad de alinear la imagen del sensor con los ejes de

pitch y roll del autopiloto, de forma tal que el vehículo pueda ser volado siguiendo, mediante los movimientos del joystick, las referencias del terreno que el operador remoto visualiza en la imagen transmitida a la estación de control.

ENLACE

Los requerimientos de comando y control que demanda la plataforma controlada remotamente son extensos, por ello el enlace de datos es uno de los dispositivos claves de tal sistema.

Al considerar las cargas útiles, varias de las aplicaciones actuales comprenden la recuperación post misión de los datos del sensor (muchas veces fotográfico), pero, como veremos al tratar el tema "usos", las características del combate moderno hacen que, además de conocer en todo momento la posición y estado de la plataforma, se requiere información de los sensores en tiempo real, especialmente cuando la misión primaria es el reconocimiento, la vigilancia del campo de combate o el lanzado o control de armas y marcado de blancos.

Por eso suele decirse que la carga útil será sólo tan buena como lo es el enlace de datos que la conecta con el operador remoto.

Las bandas de frecuencia más eficientes y efectivas para los enlaces de datos son aquellas limitadas al alcance visual (LOS), aún cuando a veces sea necesario recurrir a una estación retransmisora, la que puede muy bien ser otro VeNTri, un avión tripulado o una estación terrestre adelantada, la que incluso puede recurrir a antenas suspendidas de globos para aumentar su alcance.

A través de lo relatado hasta aquí, podemos ya comprobar que existe una serie de señales que unen al VeNTri con la estación de control; desde la estación se transmiten las señales de interrogación para posición y las órdenes de comando, y desde a bordo, se emiten las respuestas del transponder, información de altura, velocidad, rumbo, telemetría y demás parámetros necesarios para la operación y que permiten monitorear el funcionamiento del vehículo y su carga.

Si la carga incluye un sensor de imagen en tiempo real, ésta será transmitida a la estación de control, para lo cual se requerirá un enlace en banda ancha.

En algunos casos estos datos son transmitidos en bandas separadas, mientras que en otros sistemas, todos o la mayoría son transmitidos en la misma frecuencia, recurriendo a técnicas de codificación, siendo común la codificación por pulso.

El Skyeye por ejemplo utiliza un transmisor en 421 MHz con un codificador/decodificador en tierra y otro a bordo con 12 canales analógicos y 24 digitales codificados para enlace de comandos y datos, y un transmisor de banda ancha operando en 1519 MHz para la transmisión de la imagen de video, aprovechando las bandas laterales para telemetría.

El Wisp en cambio, utiliza dos alimentadores de antena y un comparador, los que generan señales suma y diferencia.

La primera constituye la señal de radiofrecuencia principal, la que luego de demodulada provee la señal de video para visualización en las consolas de control, mientras que la última genera la señal que controla el apuntado del sistema de seguimiento.

En cuanto a la banda de frecuencia en que emiten, la mayoría emplea las bandas G/H ó I, aunque hay diferencias de conceptos, ya que como vimos el Skyeye lo hace en C y D, mientras que el Machán lo hace en 68 MHz.

Recurriremos a Vega Precisión Inc. para ver las características de un equipamiento típico.

El sistema completo de a bordo para el comando y los datos de vuelo consiste en dos antenas de varilla, una llave selectora de antena, un transponder y un decodificador de interrogación/codificador de datos.

Las antenas están montadas en las partes superior e inferior del vehículo para asegurar su enlace cualquiera sea la actitud de la plataforma, y la selección de una u otra la realiza el decodificador según ocurran interrupciones de la lógica de comando.

El decodificador/codificador tiene 8 salidas de comandos proporcionales y 16 discretos, y acepta 16 entradas de datos de telemetría proporcionales y 20 discretos.

Esta instalación provee todas las funciones necesarias para el comando, enlace de datos del vuelo y seguimiento; opera en el rango de frecuencias de 5,4 a 5,8 GHz.

El conjunto de a bordo recibe interrogaciones radar desde la estación de control terrestre en un formato de comando de 4 pulsos, decodifica y distribuye los comandos a la aviónica, codifica la telemetría en un formato similar para transmitirla hacia la estación, y provee el pulso de disparo del transmisor.

El primero de los pulsos sirve para aumentar el seguimiento, y el grupo completo provee la telemetría.

El transmisor de video de a bordo es una unidad de frecuencia simple en FM controlada a cristal, que provee 20 watts de potencia promedio de salida en el rango de 1,71 a 1,86 GHz, con un ancho de banda de 20 MHz y con una estabilidad de 0,005 % de la portadora, lo que permite una imagen de 800 líneas de resolución.

El sistema de antenas es similar al empleado para datos.

Como ya lo mencionáramos antes, el enlace da oportunidad al enemigo, tanto para recibir las señales, como para interferirlas, por eso se debe recurrir a técnicas y procedimientos de CCME e incluso a antenas direccionales.

La interferencia no sólo proviene a veces del enemigo, vayan como ejemplo las pruebas realizadas por la Marina de EEUU en Camp Lejeune con un grupo de Mastiff de Tadirán, cuyo enlace fue interferido por las señales UHF del canal 6 de televisión, provocando la destrucción de uno de ellos.

Recién mencionamos las antenas direccionales, en el caso de los VeNTri de rotores (CL-227, Sprite, etc.), como el aparato no tiene una dirección de vuelo aerodinámicamente preferencial, los ejes del cuerpo pueden, por lo tanto, ser controlados automáticamente en azimut por el sistema de control de vuelo en conjunción con el computador de la estación de control; esto le da habilidad para mantener, mediante la simple rotación del cuerpo, una antena de haz estrecho apuntando continuamente hacia la estación, disminuyendo las posibilidades de interferencia.

REGRESO AUTÓNOMO AL ATERRIZAJE

Para permitir al VeNTri un regreso autónomo hasta el punto en donde va a ser recuperado, sea para facilidad de la operación, sea ante la eventualidad de fallas en el sistema de control primario y con el fin de asegurar el regreso al propio territorio, evitando su captura, a bordo del aparato se instala un receptor de homing, el que trabajará en conjunción con una baliza colocada en el punto de recuperación.

Para aquellos casos de regreso autónomo, hacia el final del vuelo el computador de a bordo activa un programa que hace que el vehículo efectúe el homing sobre la baliza terrestre que se activa en el área de recuperación, la que permite posicionar al modelo para la fase final de aproximación y asegurar la precisión del aterrizaje.

El mismo sistema es activado en caso de falla de los equipos principales.

Si durante la misión, cualquiera sea la fase en desarrollo, la señal de comando se interrumpe durante un intervalo mayor del preestablecido o disminuye por debajo de los niveles requeridos para un control positivo, sea consecuencia de CME o por causas naturales, el vehículo automáticamente continuará bajo el control de navegación preprogramada hasta que el enlace se restablezca, y si esto no se logra, la plataforma ascenderá a mayor altitud procurando lograr el enlace.

Si con esto tampoco se tiene éxito, el VeNTri colocará rumbo hacia su estación de control, incrementando su distancia a la fuente de interferencia y reduciéndola respecto a su transmisor de comandos, si esto también falla, el programa activa la unidad de guiado final para la recuperación.

RESTO DE LA AVIONICA

A lo largo de los títulos anteriores ya se fue describiendo parte de la aviónica, compuesta por:

1. Los conjuntos que le brindan la referencia de actitud, estabilidad en los tres

ejes y mantenimiento de rumbo, altitud y velocidad, todos ellos con sus correspondientes interfases y transductores, así como los servoactuadores que controlan las superficies de control y acelerador.

2. Un adecuado sistema de navegación, complementado a menudo por un equipo sensor doppler que provee un modo de control de altura cuasi del tipo seguimiento del terreno, con lo que permite el vuelo a baja cota y la consecuente reducción en vulnerabilidad. A lo que agrega, según el equipo, precisiones de navegación con errores del orden de 3-5% de la distancia recorrida.
3. Un transponder y sus componentes relacionados para conocer la posición de la plataforma.
4. Sensores del estado de la plataforma y su carga útil.
5. Actuadores de la carga útil y sistemas de recuperación.
6. Componentes diversos (receptores, balizas, emisores IR, detectores, etc.) para ayuda a la recuperación o aterrizaje.
7. Equipos para las funciones BITE.

Todo ello, por supuesto, proveyendo datos al computador de a bordo, quien, adecuadamente programado, atiende a la correcta ejecución de todas las funciones de a bordo y el enlace con la estación de control remoto.

El computador también apunta las antenas orientables del enlace y transfiere el control desde una estación a otra, e inicia automáticamente la recuperación en caso de pérdidas del enlace.

Vemos que, como resultado de las performances exigidas y las funciones asignadas, su aviónica se ha hecho en algunos casos tan compleja como la de los aviones tripulados.

La evolución ha requerido el uso de computadoras más complejas, en algunos casos tan complejas que requieren de una sofisticada electrónica, la que es factible gracias al abaratamiento de los componentes.

Además, la expansión del mercado de las computadoras ofrece una variada gama de equipos entre los cuales es posible elegir según las características de cada VeNTri y su misión.

Es así que se puede contar con computadoras analógicas, digitales o híbridas, con ventajas y desventajas de unas sobre otras. La elección dependerá entre otros, de factores tales como resolución, facilidad de utilización de los cálculos, adaptabilidad a los cambios de programa, complejidad de su programación, tiempos

de cálculo, etc.

TRANSFORMACIÓN DE AVIONES EN VeNTri

La existencia de gran cantidad de aviones radiados de servicio ofrece la posibilidad de contar con plataformas baratas y aptas para ser transformadas en VeNTri, ya que sólo es necesario dotarlos con los sistemas de control remoto y realizar el interfase entre éstos y los comandos del avión.

En algunos casos, como los QF-86, QF-100 ó PQ-102 se han desarrollado conjuntos de control específicos para cada avión, pero una fábrica inglesa (Flight Refuelling) en cambio, desarrolló un kit denominado "Universal Drone Pack - UDP" (conjunto drone universal) que permite disponer de un sistema montado en un único módulo, preparado para calzar en los rieles del asiento del piloto, y que permite que la mayoría de los aviones sean convertidos fácil y rápidamente en versiones no pilotadas, con sólo pequeñas modificaciones a sus sistemas de control de vuelo convencionales, y sin degradar las performances normales de la versión tripulada.

Hace poco la fábrica citada llevó a cabo las pruebas de esta nueva concepción en un Sea Vixen.

ESTACIÓN DE CONTROL

La Estación de Control es el Centro desde donde se comanda y controla al VeNTri tanto en su aspecto plataforma como en lo relativo a su carga útil:

1. Realizando su seguimiento.
2. Recibiendo los datos de telemetría, video y performances de la plataforma y de su carga útil, procesándolos para su presentación a los operadores en tiempo real.
3. Transmitiendo las señales de comando para la navegación y para la activación y control de la carga útil.

Estos Centros están equipados no sólo para el control de los vehículos, sino también para ejecutar el planeamiento de las misiones e introducir en las computadoras de a bordo el programa correspondiente a cada misión.

Esto puede hacerse mediante un programa que se carga en la computadora del vehículo, o directamente desde la consola de operación de la estación, introduciendo los datos en forma de coordenadas mediante un keypad y el

correspondiente teclado de la computadora de la estación.

Para ello se recurre a métodos y sistemas basados en un software adecuado, ya que el planeamiento correcto de la misión es de decisiva importancia debido a que su realización secuencial, una vez lanzado el modelo, es automática.

Debido a las posibles eventualidades durante el desarrollo del vuelo, es necesario disponer de capacidad para realizar este planeamiento aún durante la operación.

Además, la Estación debe tener capacidad para realizar el análisis de la información que brinda la carga útil cuando ésta se refiere a misiones tales como el reconocimiento, vigilancia del campo de batalla, marcado de blancos, reglado de artillería, etcétera.

Incluso, en algunos casos, puede poseer capacidad para servir como un Centro de Comando y Control (C³I) reducido.

Al margen de ello, estará enlazada con el resto de los elementos de combate que intervienen en su zona de operación, disponiendo de medios para retransmitir la información que obtiene a usuarios directos.

Para extender su alcance, se las suele complementar con estaciones de control portátiles que guían al VeNTri desde un sitio remoto (a veces el de lanzamiento), hasta que hacen enlace con la estación principal.

Igualmente, es factible realizar la transferencia de los modelos de una estación a otra, debiéndose tener en cuenta sólo que el VeNTri se encuentre en el LOS de ambas estaciones.

El corazón de la estación lo constituye la consola de los operadores; normalmente la tripulación está conformada por un operador encargado del vuelo del VeNTri y un operador responsable de la carga útil, a veces denominado observador; en algunos casos la tripulación es completada por un tercer hombre encargado del seguimiento.

La consola dispondrá tanto de pantallas de video y alfanuméricas como de instrumental para monitoreado, a igual que de una serie de comandos.

El operador de vuelo, sea que cumpla la función de monitoreado cuando el método empleado es el preprogramado, sea que actúe por comando directo, dispone de medios para verificar las performances y el estado de la plataforma y poder seleccionar los modos de vuelo más convenientes, para lo cual dispone de una botonera de comando y de controles tipo joystick.

La información de que dispone, le permite conocer entre otros datos el rumbo, altitud, RPM del motor, combustible remanente, régimen de ascenso, velocidad, régimen de roldo, de guiñada, pendiente de planeo, etc.

Si en la carga útil el VeNTri incluye un sensor de imagen, puede utilizarla para realizar un vuelo visual.

Complementando la información, en una carta se va graficando en forma automática la posición y trayectoria del vehículo.

El operador de la carga útil por su parte, dispone de información sobre el

estado de ésta y sobre las condiciones de operación de los distintos equipos, contando con comandos para activarla, orientarla, etcétera.

Según el modo de operación que se seleccione, será la forma en que actuarán los comandos de la consola, por ejemplo en el caso del Skyeye se puede operar en los modos:

1. Régimen: En el que se usan dos controles tipo stick (comunes a cualquier equipo de RC), para controlar el régimen de ascenso /descenso y el de giro a izquierda o derecha, mientras que un comando adicional del acelerador ajusta la velocidad. Este modo es utilizado cuando se requieren maniobras continuas del modelo.
2. Actitud: En el que los mismos controles tipo stick sirven para comandar los ángulos de pitch, roll y yaw junto con el acelerador.
3. Automático: Que utiliza potenciómetros en lugar de los sticks, con los que el operador ajusta rumbo, altitud y potencia del motor. El vehículo alcanza y mantiene estas condiciones hasta que los comandos son variados nuevamente.

El Wisp de Marconi en cambio, sólo utiliza un stick, el que dará dirección y velocidad de avance, utilizando un potenciómetro lineal para control de la altura.

Cuando el VeNTri está próximo a la estación de control, normalmente en el lanzamiento o la recuperación, para obviar los inconvenientes que presentan las antenas direccionales, se recurre a un enlace de microondas de corto alcance con antenas omni. Esto permite que el vehículo ascienda y se aleje bajo control, hasta una distancia compatible con la mínima adquisición del enlace mediante la antena de seguimiento principal. Una vez logrado este enlace, se efectúa la transferencia del control.

El método de control de HiMAT lo consideraremos por separado, por un lado por su uso específico, y por otro porque las características de empleo del comando que se ejerce sobre él, difiere de los utilizados para los otros VeNTri, pues para su control remoto el piloto del HiMAT cuenta con todos los controles normales, palanca, pedales, instrumentos y acelerador a igual que los de un avión, contando además con una pantalla de televisión, que le ofrece al "piloto", la misma visión que tendría a bordo del modelo.

CONTROL MÚLTIPLE SIMULTÁNEO

El desarrollo de VeNTri empleados para saturación o ataque a defensas o

Centros de C³ (Pave Tíger) lleva a la necesidad de ejercer el control simultáneo sobre gran cantidad de estos modelos.

Aun cuando la tecnología actual nos permite emplearlos de cualquier forma imaginable, su eficacia para la saturación de defensas o ataque está ligada a la capacidad de realizar operaciones coordinadas de varios vehículos en forma simultánea.

Imaginemos que si cada modelo utilizado en una fuerza de ataque debe ser controlado en forma individual, el esfuerzo y el costo no resultarían redituables.

Por fortuna, ya con el programa Combat Angel se desarrollaron técnicas que permiten a una sola tripulación, controlar cuando menos ocho vehículos simultáneamente mediante un monitoreo secuencial.

LANZAMIENTO Y RECUPERACIÓN

- **LANZAMIENTO**
 - por decolaje convencional
 - por catapulta hidráulica o neumática y riel de guía
 - por lanzador de largo cero
 - desde contenedor con booster
 - desde camión
 - desde cuna con ruedas (dolly)
 - desde plataformas aéreas nodrizas
 - desde pod
 - mediante cohete balístico
 - de vehículos con rotor tipo helicóptero

- **RECUPERACIÓN**
 - con tren de aterrizaje convencional
 - sobre esquís
 - mediante red
 - utilizando paracaídas
 - por helicóptero

Aunque en un comienzo los VeNTri utilizaron el sistema de decolaje convencional, mediante tren de aterrizaje con ruedas, a similitud de los aviones e incluso de los aeromodelos a los cuales se asemejaban, pronto se apreció que en el caso de algunos de ellos (los mini), sus escasos peso y tamaño permitían recurrir a métodos no convencionales para su lanzamiento y recuperación, con las ventajas que significa no depender de pistas o terrenos preparados.

Las breves descripciones que siguen muestran los métodos empleados en la

actualidad, los que en su variedad van desde los más simples, hasta aquellos diseñados para su operación en forma automática, con capacidad para lanzar y recuperar vehículos en forma continua, tanto de día como de noche.

LANZAMIENTO

Debemos hacer un distinguo entre aquellos sistemas de alas fijas y los que logran su sustentación mediante rotores; para los primeros las variantes a las que se puede recurrir son:

1. Por decolaje convencional.
2. Por catapulta hidráulica o neumática.
3. Con lanzador de largo cero.
4. Desde contenedor.
5. Desde camión o pickup.
6. Desde plataforma aérea.
7. Desde una cuna con ruedas (dolly).
8. Desde pod.
9. Mediante cohete balístico.

Por decolaje convencional

Es el normalmente utilizado por aquel tipo de vehículos cuyo peso no permite aplicar alguno de los otros métodos.

Tiene la limitación que requiere de pistas preparadas, con lo cual queda sujeto, por lo tanto, a las mismas restricciones que los aviones tripulados, sin flexibilidad en cuanto a los lugares desde donde operar.

Este tipo de lanzamiento establece por sí la ubicación de la carga portante, que no podrá estar bajo el fuselaje, posición muy deseada cuando se trata de sensores de reconocimiento que requieren de su rotación en los 360°, salvo que la altura del tren de aterrizaje ofrezca el suficiente despeje.

En este grupo se encuentran generalmente los llamados maxi y aquellos aviones originalmente diseñados para ser tripulados (F-86, F-100) y luego modificados para ser remotamente controlados (QF-86, QF-100).

Con catapulta hidráulica o neumática y riel de guía

Este método ofrece la libertad de operar desde cualquier terreno,

requiriendo eso sí, un sistema de lanzamiento especial, normalmente conformado por uno o dos rieles de guía por los que corre el vehículo, que es impulsado por una catapulta del tipo hidráulico o neumático hasta alcanzar una velocidad adecuada para lograr su sustentación propia en vuelo libre.

Es uno de los procedimientos más difundidos actualmente (Aguila, Scout), ya que todo el sistema de lanzamiento y el vehículo son de concepción simple, fácil de operar y sencillos de transportar, sea que el conjunto de lanzamiento esté montado en un remolque o integrado a un camión, siendo esto último lo más común.

Además de permitir la operación desde cualquier terreno, ya que basta que sea accesible para el vehículo que lo transporta, el lanzamiento puede ser efectuado tanto de día como de noche o con tiempo adverso.

Producido un lanzamiento, el sistema queda pronto para el siguiente en cuestión de minutos, ofreciendo una cadencia más que adecuada para una operación continua, del tipo multimisión o múltiple, con la sola restricción del peso del vehículo. Las catapultas actuales son capaces de operar con VeNTri de más de 150 kg.

Algunos dispositivos como el del Scout consisten en dos rieles paralelos y un depósito de aire comprimido montados sobre un camión. El depósito de aire comprimido es cargado por el compresor del camión u otro adecuado, simplificando la operación. En este caso, el fuselaje del vehículo, ha sido adaptado para apoyarse sobre unos patines, que deslizan sobre los rieles.

Otros, como el minidrone de Dornier, poseen una catapulta hidráulica y el vehículo se apoya en una cuna; en otros casos el modelo se desliza colgado de un único riel.

Lanzador de largo cero

En esta técnica el VeNTri es lanzado desde una rampa mediante el empuje de uno o más cohetes booster, que le permiten alcanzar en pocos segundos su necesaria velocidad de sustentación, tras lo cual los booster se separan automáticamente; el vuelo a partir de aquí es mantenido por el motor, sea a hélice o turbojet.

Como el despegue se efectúa por medio de los boosters de empuje, no se requiere de rieles de guía y por eso este método suele ser conocido como lanzador de largo cero.

La simplicidad de estas rampas permite utilizarlas como lanzadores individuales, y resultan muy útiles cuando la frecuencia de lanzamiento requerida es superior a la ofrecida por las catapultas, tal el caso de aquellos VeNTri del tipo descartables utilizados en gran número para saturación de las defensas.

Lanzamiento desde contenedor con booster

Como resultado de la evolución del método anterior, últimamente ha surgido una variante que utiliza al propio contenedor de transporte y almacenaje también como rampa de lanzamiento, simplificando la manipulación y disminuyendo los tiempos. En algunos casos, como el del Pave Tiger o el PAD, el vehículo se encuentra plegado dentro de su contenedor, desplegándose inmediatamente después de su lanzamiento.

Lanzamiento desde camión

Como el objetivo a lograr en el lanzamiento es que el VeNTri adquiera la suficiente velocidad como para que pueda sustentarse por sí mismo, una alternativa es alcanzar esa velocidad en el vehículo portante.

Esta técnica consiste en montar al VeNTri en un soporte o cuna construido sobre un camión o pickup; para el lanzamiento el camión acelera hasta adquirir una velocidad adecuada para que el modelo logre sustentación, en ese momento éste es liberado e inicia su vuelo.

Lanzamiento desde cuna con ruedas (Dolly)

Como alternativa del camión o pickup, Marconi adoptó para sus VeNTri Machán un pequeño carro con ruedas tipo triciclo (ver dibujo de la figura 8) con capacidad para ser controlado por radio en cuanto a dirección; sobre él se apoya el VeNTri, que es el que también impulsa al carro (dolly) durante la carrera de despegue.

Para el despegue, modelo y cuna corren por una superficie preparada, cuando ya ha alcanzado la velocidad de rotación el vehículo se eleva, mientras que el carro continúa por inercia su carrera hasta detenerse.

Como vemos, la técnica es similar a la que se usaba en los aeromodelos de velocidad de U-control.

Lanzamiento desde plataformas aéreas nodrizas

Uno de los métodos empleados para los VeNTri de uso estratégico, en la profundidad del territorio enemigo, es el de transportarlos hasta su lugar de lanzamiento bajo las alas o el fuselaje de un avión tripulado (combat angel en C-130

o biguá en Pucará), y una vez llegados a la zona de operación, el avión nodriza libera al VeNTri, el que, de ser del tipo remotamente controlado, lo es por un operador que se encuentra normalmente a bordo del mismo avión nodriza, o como alternativa, se emplea al avión como retransmisor.

El esfuerzo operativo que requiere este tipo de lanzamiento contrasta con los otros métodos antes explicados, a la vez que reduce la cantidad de vehículos lanzables al número transportado por el avión, pero permite, por un lado, incrementar el alcance del vehículo; pero sobre todo, ofrece una capacidad de rápido despliegue a zonas alejadas o de difícil o imposible acceso para lanzadores terrestres.

Lanzamiento desde pod

Es una técnica desarrollada por Lockheed, que permite el lanzamiento del VeNTri desde un avión tipo F-4, el que además actúa como retransmisor para el control desde una estación terrestre, o incluso puede, ante una eventualidad, asumir un control restringido.

El VeNTri es transportado plegado dentro de un pod en una de las estaciones principales de ala, bajo la otra ala se instala otro pod que contiene el equipamiento de retransmisión para los enlaces con la estación de control.

El lanzamiento del pod conteniendo al VeNTri, se efectúa a una altitud de aproximadamente 20.000 pies, tras lo cual el avión asciende y se dirige hacia un punto a media distancia entre la estación de control y el área de operación del VeNTri, donde orbitará para actuar como retransmisor.

El pod efectúa una caída retardada por un paracaídas de drag por aproximadamente 5.000 pies, para luego abrir el paracaídas principal que hace que el pod libere al vehículo y éste se despliegue, extendiendo sus alas y encendiendo su motor.

Se inicia así, un vuelo en ascenso preprogramado, hasta que el VeNTri es adquirido y se establece el enlace de datos para su control.

Basada en el mismo procedimiento, la NASA concibió un vehículo que pudiese volar sobre la superficie de Marte, reemplazando por supuesto al avión portador por un cohete espacial.

Lanzamiento mediante cohete balístico

Como ya mencionamos antes, la Unión Soviética ha llevado a cabo un tipo de VeNTri muy particular, basado en misiles de crucero desactivados como tales.

Su primer proyecto fue la conversión de un misil de crucero de alta performance, el T-4A, en un VeNTri de reconocimiento y ELINT.

Para su lanzamiento el modificado T-4A era montado en un cohete balístico

el cual lo llevaba a una órbita en donde lo liberaba; a partir de allí el vuelo continuaba por un simple planeo.

Lanzamiento de vehículos con rotor tipo helicóptero

Este tipo de VeNTri (Kiebitz, Minitelectoptex, CL-227) debido a su forma de operación cuenta con su propio sistema de lanzamiento, ya que basta con que su rotor genere la suficiente fuerza de sustentación.

Algunos despegan de plataformas especiales (CL-227), mientras que otros (Wisp) lo hacen desde cualquier terreno que posea un área lo suficientemente despejada como para su ascenso.

Esta capacidad única del vehículo tipo helicóptero, de decolar y aterrizar vertical en áreas pequeñas, hace posible considerarlo para las operaciones de corto alcance, típicas de las pequeñas unidades de Ejército, o para operar desde las pequeñas plataformas de helicóptero de los barcos de guerra cuando es utilizado para apoyo de la flota o para operaciones anfibia.

A veces el vehículo se mantiene ligado a su plataforma de lanzamiento por un cable, el que facilita la posterior recuperación, simplemente enrollando el cable.

RECUPERACIÓN

Al igual que para su lanzamiento, los VeNTri disponen de distintas alternativas para su recuperación, la que dependerá por un lado del peso y tamaño del vehículo, y por el otro de las características del terreno donde aquélla se efectuará, la cual podrá ser:

1. Con tren de aterrizaje convencional.
2. Sobre esquifes.
3. Mediante red.
4. Utilizando paracaídas, con o sin dispositivos para absorber el impacto con el terreno.
5. Por helicóptero durante el descenso con paracaídas.

El método elegido a su vez influirá en la forma del VeNTri, pues por ejemplo, si es recuperado con red y es a hélice, ésta será propulsora y no tractora, dejando libre la zona frontal del vehículo; si en cambio es recuperado con paracaídas, los elementos frágiles de su carga útil no estarán colocados bajo el fuselaje.

Dada la simplicidad y poco peso que significan algunas de estas técnicas,

normalmente los modelos suelen estar equipados al menos con dos de ellas, por ejemplo red y paracaídas, de tal forma que ante el evento que por cualquier motivo no pueda ser empleada la red, o el vehículo no pudiera llegar hasta su zona de recuperación o se pierda contacto con él, el paracaídas resulta la alternativa válida para evitar la destrucción del vehículo y su carga.

Recuperación con tren de aterrizaje convencional

Para este método es válido lo ya expresado en el subtítulo "Decolaje con tren de aterrizaje convencional", cuando nos referimos al lanzamiento. Es el lógicamente empleado por los aviones convertidos y también para algunos modelos incluso de la categoría mini.

El hecho de requerir una pista o terreno adecuado, más las restricciones de operación nocturna o con tiempo adverso son sus principales elementos limitativos.

Algunos sistemas (Mastiff) cuentan con ganchos y cables de frenado conectados a absorbedores de energía al estilo de los portaaviones, a fin de acortar su carrera de aterrizaje y por lo tanto el área requerida para hacerlo.

Aterrizaje sobre esquís

En el caso de los modelos livianos se suele reemplazar el tren de aterrizaje de ruedas por esquís, los que resultan más aptos que aquellas cuando el aterrizaje se lleva a cabo en terrenos medianamente preparados o blandos, como puede ser un prado.

Al no requerir pistas o terrenos adecuados (caminos, suelos compactados, etc.), esta técnica brinda mayor flexibilidad de operación, pues el esquí es mucho más simple, y en general siendo de plástico reforzado, es más robusto que las ruedas.

La simplicidad de este tipo de tren permite que incluso sea retráctil (R4-E) mejorando notablemente el drag del vehículo. Si se tratara de un tren convencional, el hacerlo retráctil es algo que agrega complejidad, espacio necesario y peso al modelo.

El no necesitar un equipamiento especial para su recuperación (como es el caso de aquella técnica que utiliza red), se traduce en una reducción del costo total del sistema y de su complejidad, a la vez que aumenta su movilidad al requerir menos equipos de apoyo.

A cambio de ello, se aumenta la probabilidad de daño en el aterrizaje y se restringe la posibilidad de ubicación de su carga útil. Si el VeNTri es usado por ejemplo para reconocimiento, sus sensores estarán instalados en la trompa (R-4E, Machán) en lugar de la parte inferior del fuselaje (Aguila, Scout).

Recuperación mediante red

Este es un método completamente diferente pero bastante común en la categoría de los mini, y consiste en hacer que el vehículo vuele directamente hacia una red extendida verticalmente, la que lo atrapa y detiene, asegurando una desaceleración de la velocidad de vuelo a cero en forma perfectamente controlada, y logrando la recuperación del vehículo intacto y listo para otro lanzamiento, reduciendo considerablemente los costos y esfuerzos de mantenimiento y redesplicue.

Esta técnica permite eliminar a bordo del VeNTri los dispositivos de recuperación, con lo que se ahorra de un 5 a un 15 % de su peso de lanzamiento, lográndose un vehículo más chico y estilizado, que no requiere de la robustez necesaria para soportar los esfuerzos o golpes a que están expuestos con las otras formas de recuperación.

El inconveniente que presenta es que se requiere en tierra de todo otro dispositivo, formado por la red, desaceleradores, etc., y que a su vez requiere de una plataforma (normalmente un camión) para su despliegue y operación.

Como es lógico observar, esta técnica impone que los vehículos a hélice recurran al tipo propulsora, haciendo que adopten las formas de alas deltas (Aguila) o de doble fuselaje o twin boom (Scout, Masfiff), pero a veces el método resulta inadecuado cuando se trata de vehículos con cargas externas fijas.

Utilizaremos la descripción del sistema empleado para el Skyeye R-4D y su posterior evolución para el Aquila, ya que él nos mostrará todas las variantes existentes.

El primer sistema consistía en una barrera vertical de cuerdas elastizadas que es retenida por un freno mecánico-hidráulico, y es complementada por una colchoneta de aire inflada por compresor.

Para el diseño de la red se tomaron como criterios principales, que el aparato pesaría alrededor de 130 libras, su velocidad al hacer contacto con la red sería de 50 a 80 pies/seg, y que las desaceleraciones horizontal y vertical no excederían las 5-6 G.

El resultado fue que la red está formada por una serie de tiras verticales de correas de nylon de 1 pulgada, las que individualmente pueden soportar una tensión de 1.200 libras, hallándose separadas entre sí 12 pulgadas.

Además de las dos tiras horizontales principales de 2 pulgadas que soportan la red arriba y abajo, en el centro se ha reforzado con otra tira de 1 pulgada.

La separación horizontal entre cuerdas se calculó en función de la envergadura para asegurar que el vehículo siempre quedaría atrapado entre ellas.

Al volar el VeNTri contra la red es desacelerado (6 G en el caso del

Skyeye) por el mecanismo amortiguador de energía cinética al que está enganchada la red, produciendo un desplazamiento hacia adelante de la red de aproximadamente 20 pies, esto hace que cuando el momento es anulado, el modelo cae hacia el suelo.

Para evitar eso y el consecuente daño a la plataforma y su carga útil, se recurrió al uso de una colchoneta inflable, así el VeNTri descende sobre esta colchoneta que amortigua su caída al desinflarse lentamente mediante un sistema de válvulas de escape del aire, disipando así la energía de la caída.

Los cálculos determinaron un espesor de 5 pies, su largo debía cubrir el máximo desplazamiento dado por el conjunto de frenos hidráulicos, más un largo de vehículo, lo que dio 35 pies, por el ancho de la red que es de 50 pies. Todo esto dio por resultado un conjunto de 800 libras.

La simplificación llevó a que el conjunto de la red con parantes fuese montada en un trailer para facilitar tanto su puesta en operación como su desplazamiento; también se anuló el refuerzo central y la colchoneta de aire fue reemplazada por una cama elástica (parecida a la utilizada para las competencias atléticas) pero con unas características tales que anulaban su clásico rebote.

A fin de obviar tanto la colchoneta como la cama elástica, finalmente se utilizó una nueva red desarrollada por Dornier, dotada con dos parantes en forma de "L", lo que aseguraba que, al recuperarse el modelo, quedaba suspendido de la red sin sufrir daño alguno.

Finalmente fue montada directamente sobre un camión, para lograr máxima rapidez y simplicidad para su puesta en operación.

En el caso de otros VeNTri, sus características permiten el uso de conjuntos de red más simples, como por ejemplo el Scout, que utiliza una típica red de entramado romboidal suspendida entre dos parantes verticales, con unas características de absorción de la energía cinética que aseguran el anidado del vehículo sin que éste llegue a golpear el suelo.

Un problema a resolver en la recuperación por red, es cómo lograr que el vehículo se dirija directamente al centro de la red para quedar atrapado por ella.

Para eso se han desarrollado varias técnicas, obedeciendo a distintas necesidades operativas y utilizando distintos grados de complejidad.

Algunos sistemas tienen la posibilidad de elegir entre técnicas distintas (manual, semiautomática o automática) y que se pueden discriminar entre otras como:

- Automática todo tiempo.
- Cruz sobre el blanco.
- Emisor IR y detectores.
- Homing electroóptico.

El sistema de recuperación automática todo tiempo (con emisor de RF a

bordo y antena de barrido cónico), es una técnica que consiste en utilizar una fuente de RF activa (una baliza) a bordo del aparato y un receptor con antena de barrido cónico en tierra y sobre el eje de aproximación.

De esta forma las señales de error identificarán la dirección y el grado de desvío respecto al eje de planeo hacia la red. Esta información es procesada y automáticamente transmitida al autopiloto del VeNTri, el cual se reposiciona para que las señales error sean cero (en la figura 10 se observa el concepto y el flujo de señales para el Aquila).

Este tipo de recuperación automática en donde la señal de tierra alimenta al equipo de a bordo, requiere de un adecuado desarrollo, pues si bien parece sencillo que el modelo se "enganche" sobre el eje de planeo llevando a cero las señales error, éstas a veces suelen hacer que se produzcan sobrevirajes que lo hacen oscilar alrededor del eje.

También contribuye a esto el que a veces el modelo por sí tiende a desplazarse hacia un lado, sucediendo lo mismo por efecto del viento.

El método de cruz sobre el blanco (manual) es un procedimiento que utiliza la técnica empleada para el guiado de misiles hacia un blanco, y que consiste en mantener a éste dentro de una cruz de puntería.

En el caso del VeNTri, éste es maniobrado por un operador en tierra para superponerlo con el sistema de puntería (crosshair) generado por un computador en la imagen de TV, que capta el vehículo desde una cámara basada en tierra detrás de la red.

El procedimiento con emisor IR y detectores recurre a un emisor IR colocado en el vehículo y cuyas señales son captadas por dos receptores ubicados en el almacén de la red; éstos miden cualquier desviación respecto al perfil de aproximación y la transmiten al autopiloto de a bordo.

El homing con sensor electrónico de a bordo se utiliza en aquellos casos en que la carga útil comprende justamente a un sensor electroóptico, aprovechando la capacidad de homing que posee para hacer que el seguimiento lo haga hacia una fuente colocada en el eje de la trayectoria de vuelo hacia la red.

Este método requiere que previamente y por otros medios, el VeNTri haya sido colocado dentro del campo de captación del emisor terrestre.

Recuperación utilizando paracaídas

Es el más simple de los métodos, ya que sólo requiere que, una vez que el VeNTri llegó a su zona de recuperación, éste apague su motor y active un dispositivo de apertura del paracaídas; esto hace que no se requiera de la precisión de las otras técnicas, lo que por un lado es una ventaja, pero por otro es una desventaja, ya que una vez abierto el paracaídas no se puede controlar el lugar de

aterrizaje, siendo necesaria por lo tanto una extensa área libre de obstáculos.

Además, como se prevé que en su recuperación el VeNTri impactará contra el suelo con una cierta fuerza, se deben tomar recaudos para asegurar que la plataforma, y en especial su carga útil, no sufrirán daño.

Este problema se obvia generalmente recurriendo al uso de bolsas de aire en la parte inferior del vehículo.

Se utiliza el término bolsa de aire para distinguirlo del colchón de aire, ya que normalmente este último se aplica a la sustentación lograda en aerodeslizadores mediante el empuje del aire soplado hacia abajo por el vehículo, mientras que el primero se refiere a un elemento inflable que cuenta con un dispositivo de válvulas que se abren en el momento del choque, dejando escapar el aire de forma tal de reducir a cero paulatinamente la velocidad de impacto.

A veces esa parte inferior está ocupada por la carga útil, común en los sistemas de reconocimiento u otros que requieren cubrir los 360°, surgiendo una incompatibilidad, la que se soluciona haciendo que el modelo gire sobre su eje de cabeceo una vez abierto el paracaídas, y descienda en posición invertida, así no sólo se logra espacio tanto para las bolsas de aire como para la carga útil, sino que ésta se encuentra aún más protegida, pues queda en la parte superior en el momento de tocar suelo.

Para lograr esto el método consiste en que una vez apagado el motor, el paracaídas principal es extraído mediante el correspondiente paracaídas piloto, de la parte inferior del VeNTri; el drag producido hará que el vehículo adopte una posición de picado primero para luego seguir girando hasta quedar colgado del paracaídas y con la carga hacia arriba (ver dibujo de la figura 11).

De esta forma el VeNTri aterrizará sobre su lomo, en el que se habrá inflado la bolsa de aire, amortiguando el impacto y protegiendo tanto a la plataforma como a su carga útil.

Tanto el paracaídas como las bolsas deberán adecuarse a las características de peso, velocidad y altitud posibles, régimen de descenso deseado, etcétera.

Otros factores a considerar serán: tiempo para apertura del paracaídas, tiempo de inflado de las bolsas de aire, altura perdida y tiempo transcurrido hasta que el descenso sea estable, aceleraciones sufridas por la apertura y en el impacto, etcétera.

Como dato ilustrativo, en el caso del Aquila se consideraron un peso de 140 y 175 libras, velocidades de recuperación de 50 a 75 nudos, altitudes de 1.000, 500 y 250 pies, y un límite de impacto contra el suelo de 6 G.

Esto determinó que se eligieran tres tamaños de paracaídas para regímenes de descenso de 15, 20 y 30 pies/seg, capaces de desprenderse automáticamente al llegar al suelo, y una bolsa de aire de 18 pulgadas de espesor, realizada de un material lo más liviano posible y con la máxima fortaleza y resistencia a la abrasión, equipada con válvulas del tipo blow off para disipar la energía del impacto.

Esta técnica por supuesto constriñe las capacidades de peso y volumen, ya

que a bordo se debe colocar: el paracaídas, con un peso aproximado para el ejemplo de 7 lb, las bolsas de aire (9 lb) y un botellón de aire comprimido para su inflado. El uso de kevlar para el paracaídas significa reducción de peso, e igualmente el empaquetado al vacío de paracaídas y bolsas reduce el volumen requerido.

El sistema puede ser activado sea por una señal de radio generada por un operador de tierra, sea automáticamente al llegar a determinado punto de la trayectoria del vuelo.

En algunos sistemas, para lograr precisión en cuanto al lugar de aterrizaje, en un determinado punto de la pierna de regreso el VeNTri intercepta la señal de un radiofaro que hace activar la secuencia de recuperación; se genera así un circuito de aproximación, con una corrección de rumbo para alcanzar el punto de apertura enfrentando al viento, y se varían la altitud y velocidad adquiriendo las óptimas para liberar al paracaídas piloto, con lo que automáticamente se inicia la fase final.

Algunos consideran que ésta no es una solución adecuada para situación de guerra, ya que puede caer sobre un árbol o un campo minado, o desbarrancarse; cualquiera de esos casos es inaceptable.

No obstante, la mayoría de los sistemas lo poseen como procedimiento alternativo, en caso de falla del principal o mal funcionamiento de los sistemas de navegación de a bordo; en este último caso, al detectarse una falla el computador de a bordo suspende su programa de vuelo e inicia el regreso, haciendo el homming sobre la baliza del punto de recuperación, para lo cual toma altura para entrar dentro de su LOS, y de no lograrlo, coloca un rumbo hacia las propias filas.

Recuperación por helicóptero

Esta se puede considerar como una variante del método por paracaídas, ya que consiste en capturar al VeNTri a medio camino de su descenso en paracaídas.

Esta técnica fue desarrollada por EE.UU. para la recuperación de sus VeNTri de la serie 34, recurriendo al uso de helicópteros CH-3 dotados de un guinche controlado por un computador.

Para el procedimiento, en función del tipo de VeNTri, de su carga útil y el combustible remanente, se fija la carga a soportar por el guinche, formado por un cable y un par de brazos operados hidráulicamente.

Una vez atrapado el VeNTri y su paracaídas, el computador se encarga de mantener la tensión del cable mientras aquél es izado hasta el helicóptero.

Esta técnica, combinada con las de lanzamiento desde un avión nodriza y la utilización de una estación de control, también aérea, permite el rápido despliegue de los VeNTri y la operación en la profundidad del territorio enemigo.

VI - TIPOS DE MISIONES

GENERALIDADES

Podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que la variedad de roles que efectivamente puede cumplir un VeNTri sólo está limitada por la imaginación del usuario y el ingenio de los científicos e ingenieros.

En el campo militar por ejemplo, estos vehículos pueden ser utilizados tanto para el reconocimiento como para tareas ofensivas o defensivas, pues como resultado de la tecnología actual, lo que un vehículo tripulado puede hacer, un VeNTri también.

Pero dado que las características propias de los VeNTri difieren notablemente de los vehículos (aviones) tripulados, sería erróneo utilizar a los primeros simplemente para reemplazar a los segundos.

Por eso, probablemente algunas de las aplicaciones más atractivas pueden observarse en áreas a las que, a la fecha, se les han dedicado esfuerzos parciales.

El poco uso que se ha hecho de estos vehículos y la limitada experiencia que se ha ganado con ellos, sugieren que existen muchas aplicaciones interesantes que aún están ocultas, y consecuentemente, el desarrollo creciente y la expansión de esta tecnología derivará en aplicaciones difíciles de imaginar actualmente.

Estos vehículos sin tripulación son importantes, no sólo en el aire, sino también en el agua, bajo ella o en el suelo. ¿Por qué, por ejemplo, no utilizar tanques remotamente pilotados?; resultarían pequeños y eficientes, y no se tendría prejuicios en emplearlos en zonas de supervivencia casi nula, como por ejemplo áreas minadas. Tal vez resulta más difícil concebir un submarino de este tipo, pues existe el problema de la propagación de las ondas electromagnéticas en el agua, pero los láseres azul-verde son capaces de penetrar a grandes profundidades.

No hay duda, por lo ya apreciado, que este tipo de vehículos jugará un rol cada vez más importante en las guerras futuras, y tienen la ventaja de que para poder implementar estos conceptos sólo se requiere de una adecuada y suficiente electrónica, la que gracias a la microelectrónica cada día resulta más accesible y más barata.

Por otra parte, se posee el incentivo: la necesidad de poder lidiar con situaciones complejas en donde se requiere emplear una gran cantidad de medios, cantidad que significa complejidad y que está reñida con los costos.

En una rápida apreciación, podemos observar que por ejemplo en el área de reconocimiento, éste no se limita a un reconocimiento fotográfico o térmico, sea táctico o estratégico, sino que permite una vigilancia del campo de combate en tiempo real (ejemplo de ello es la batalla del valle de la Bekaa) con el incuestionable valor que ello significa para quien comanda las operaciones.

Su uso permite tanto la localización de las armas terrestres enemigas (artillería, SAM, etc.) como su adquisición y designación como blancos para las armas propias, e incluso los mismos VeNTri pueden atacar a esos objetivos, en algunos casos en operaciones tipo kamikaze, logrando la neutralización o supresión de las defensas enemigas, cuyos daños logrados también son verificados por estos vehículos.

Dando libertad a la imaginación podemos considerar que no sólo sirven para localizar blancos y emplazamientos de armas enemigas, sino que incluso permiten medir sus performances; en el caso de los SAM, por ejemplo, determinar sus tiempos de reacción, la respuesta de su radar de seguimiento, su precisión, su reacción a las CME, etc.

Permiten asimismo, portando sensores adecuados, detectar por ejemplo acciones de guerra química bacteriológica. Y no sólo pueden portar sensores sino que también pueden lanzarlos en puntos preestablecidos, y estos sensores pueden ser acústicos, sísmicos, de radiofrecuencia, etcétera.

Podemos así seguir indefinidamente, con sus usos en guerra electrónica como señuelos, portadores de CME, etc., en operaciones psicológicas, en adiestramiento como blanco o, en un aspecto relacionado que nos interesa sobremanera, en probar y desarrollar tácticas para evitar los SAM. Imaginemos por un instante pretender hacer esto último empleando aviones tripulados.

Cabe una aclaración, su uso como ya dijimos no está limitado al vehículo aéreo, ya que éste puede ser terrestre, naval o submarino, y tampoco está limitado al campo militar, ya que puede tener, como veremos más adelante, muy buenas aplicaciones en el campo civil.

A continuación trataremos de hacer una descripción de los posibles usos que se les puede dar a estos vehículos, para ello los consideraremos en actividades de:

1. Reconocimiento.

2. Ayudas a la penetración o guerra electrónica.
3. Ataque al suelo.
4. Lanzamiento de cargas diversas.
5. Provocación de las defensas.
6. Retransmisión de comunicaciones.
7. Detección de áreas QBN.
8. Operaciones psicológicas.
9. Obtención de información meteorológica.
10. Multimisión.
11. Prueba de tácticas y maniobras aéreas.
12. Uso contra misiles balísticos.
13. Antisubmarino.
14. Blanco.
15. Reemplazo de aviones para desarrollo de prototipos.
16. Uso civil.

USO EN RECONOCIMIENTO

Generalidades

De los diferentes usos que se hace de los VeNTri el más desarrollado es el del reconocimiento aéreo; probablemente porque el concepto de empleo de estos vehículos ha sido bien entendido y apreciado en esta área, y por lo tanto ha sido adecuadamente explotado y diligentemente aplicado.

Estos modelos han sido utilizados en una gran variedad de condiciones operacionales, incluyendo el combate, y los resultados exitosos que han obtenido son por todos conocidos, es más, ha sido el booster que ha generado el auge actual.

A qué se debe esto, trataremos de analizarlo a continuación. Algunos de los factores que han intervenido son:

1. Actualmente, la alta movilidad de las tropas terrestres obliga al reconocimiento continuo y a disponer de la información por él obtenida en tiempo real o casi real, a fin de que quien toma decisiones, lo haga sobre la base de la situación imperante en ese momento.
2. La tecnología actual de armamentos hace que sus alcances hayan aumentado notablemente, sumado esto a la gran movilidad lleva a que: en el caso de las Fuerzas Terrestres, las necesidades de "ver" del otro lado del frente de combate comprendan, por ejemplo, hasta 70 km para las brigadas

- y hasta 150 km para las divisiones.
3. La tecnología también ha permitido que, aun cuando hasta hace unos años el reconocimiento consistía principalmente en la obtención de fotografías aéreas, hoy en día existe un amplio espectro de los más variados tipos de sensores que satisfacen el mismo objetivo.
 4. La necesidad de información también ha crecido en cuanto a la cantidad de usuarios, y se ha diversificado en relación al grado de detalle que los distintos niveles orgánicos requieren.

Para el análisis podemos partir de que la información puede ser obtenida por cualquier fuente, y puede ser encaminada hacia cualquier usuario interesado.

Una de las fuentes está constituida por las mismas fuerzas combatientes, pero esta información adolece de que las unidades empeñadas en combate están presionadas por otras actividades que demandan su completa atención, lo que no asegura ni la precisión ni el flujo continuo.

En el otro extremo podemos colocar a los satélites; pero éstos, a pesar de contribuir significativamente, no pueden llegar a satisfacer los requerimientos específicos de todas las fuerzas intervinientes, pues no es la misma información la requerida por un batallón de artillería que la necesaria para un Estado Mayor.

A esto se agrega la demora en el encaminamiento de esa información, que hace que a veces no sea útil por haber arribado tarde. En el ejemplo reciente, el batallón de artillería requiere información para las próximas 3 horas, mientras que al Estado Mayor le interesa aquélla para el planeamiento de las operaciones del día siguiente.

Existe otro factor a considerar; el desarrollo de armas con guiado en su fase terminal para empleo contra blancos individuales de alta movilidad requiere nuevos niveles de precisión, capacidad de reacción y vejez de la información, para permitir la localización de los blancos y el control del fuego.

Como el alcance de estas armas es superior al visual que puede tener un observador en tierra, éste, sea un observador terrestre avanzado o un OCAA, no puede cumplir con su tarea permaneciendo del lado propio del frente de combate.

Así llegamos a que estas especificaciones sólo pueden ser satisfechas por un elemento de observación aéreo y que pueda penetrar el territorio enemigo.

Pero aquí surge otro factor, la efectividad de los sistemas de defensa aérea.

Ya a partir de Vietnam el empleo de aviones livianos se tornó inaceptable debido a su baja probabilidad de supervivencia a manos de las nuevas armas superficie-aire, las que han hecho cambiar el concepto de superioridad aérea.

Es fácil suponer que es esta área la que permite aceptar con más facilidad que no es necesario arriesgar vidas, situación que puede coartar la decisión de efectuar misiones de reconocimiento tripuladas, basados en que el riesgo humano que implican excede los beneficios potenciales de la inteligencia a lograr.

Esto llevó al uso de los sistemas de adquisición fuera de alcance (stand off), los que desplegados del propio lado del frente de combate aseguran la supervivencia del sistema. Pero a veces los pequeños ángulos de observación permitidos, las grandes distancias involucradas y el enmascaramiento que el terreno brinda a ciertos blancos, se transforman en una limitación para que el comandante obtenga la información que requiere sobre las actividades del enemigo.

Así finalmente se llega al VeNTri como solución más aceptable para el reconocimiento, en coincidencia con la factibilidad dada por los avances tecnológicos logrados, en especial en el área electrónica y de miniaturización.

Simultáneamente se ha producido una diversificación en las misiones de reconocimiento, consecuencia directa de las exigencias formuladas por la variedad de los escenarios potenciales y de los progresos técnicos realizados en el área de captores ópticos, IR y de radar, así como el incremento de los usuarios.

Este progreso técnico en sensores, agregado al de la transmisión y procesamiento de datos, permiten a cualquier usuario disponer de la información en tiempo real y con el grado de detalle que desea.

Un ejemplo de ello fueron los resultados que los israelíes obtuvieron en el valle de la Bekaa, en donde el reconocimiento realizada por los VeNTri permitió, por un lado detectar y localizar con precisión las baterías antiaéreas sirias, y así destruirlas recurriendo a misiles AS y SS, y al mismo tiempo brindó a los comandantes una imagen de la situación que les permitía tomar sus decisiones en el mismo momento en que se producían los hechos.

Según algunos entusiastas, el VeNTri hace volver a la época en que los comandantes de los ejércitos se ubicaban sobre un cerro para ver el combate y así dirigir adecuadamente a sus tropas.

El desarrollo de los VeNTri como plataformas para el reconocimiento tiene su origen en dos extremos. Aunque parezca paradójico, algunos de los primeros intentos fueron hechos por los propios aeromodelistas como hobby, montando pequeñas cámaras de 35 mm y filmadoras super 8 en sus modelos.

En el otro extremo, su origen es una derivación de los primeros vehículos del tipo AQM-34 de la USAF, los que no resultaban ideales para el reconocimiento, pues eran demasiado rápidos, muy grandes, y sobre todo muy caros para dedicarlos a esta tarea.

El tipo de VeNTri más adecuado se encuentra en un punto medio, en general son sistemas de vuelo bajo y lento, impulsados por hélices y que proveen un continuo cubrimiento del objetivo seleccionado, con posibilidades de hacerlo por extensos períodos, gracias a su bajo régimen de consumo de combustible y por lo tanto gran capacidad de permanencia en la zona a reconocer.

El hecho de que sean relativamente baratos y fáciles de producir en cantidades, agregado a la miniaturización electrónica y el desarrollo de sistemas de

detección con capacidad de transmitir la información, han hecho que en el área del reconocimiento se produzca prácticamente una revolución, ya que, al brindar la posibilidad de disponer de gran cantidad de datos en tiempo real, provenientes de numerosas fuentes normalmente bien emplazadas, y una suficiente permanencia sobre el objetivo, han incrementado notablemente la efectividad del reconocimiento.

Actualmente se puede disponer de VeNTri con performances aceptables para el reconocimiento por un costo de 100.000 dólares la unidad, monto del cual la plataforma (el vehículo como célula) demanda menos del 10 %, mientras que el 90 % restante se distribuye entre la carga útil (sensores) y los sistemas de navegación y de enlace de datos.

Sus posibles usos

Aun cuando después los veremos en detalle, podemos aquí hacer un resumen de los empleos a darle a los VeNTri en las operaciones aéreas, terrestres y navales, desde el punto de vista reconocimiento.

El USO AÉREO comprende:

1. El reconocimiento en la profundidad de la zona de combate, donde normalmente se encuentra el segundo escalón y las concentraciones de abastecimiento.
2. La observación del movimiento aéreo (decolajes y aterrizajes) en los aeródromos próximos al frente de combate, empleándola tanto para alertar a las propias defensas como para determinar el momento oportuno de la penetración de la aviación propia.
3. Detección de las posiciones de defensa aérea enemigas, ubicación de aviones, material de apoyo, cantidades, etc., para:
 - a) Su marcación como blanco.
 - b) El guiado de las armas contra ellos.
 - c) Observación y estudio de los emplazamientos para determinar las mejores tácticas de penetración al objetivo analizado.
4. Evaluación de los daños luego de un ataque aéreo, evitando la necesidad de un segundo pasaje para determinar los resultados.

5. Reemplazo de las tradicionales técnicas empleadas por los oficiales de control aéreo adelantados, permitiendo que el controlador:
 - a) Vea la misma imagen que los pilotos de los aviones de apoyo que realizan el ataque.
 - b) Logre una posición óptima para ver los blancos, incluso desde arriba, sin necesidad de arriesgarse.
 - c) Aprece los resultados de los ataques en tiempo real.
6. Detección de helicópteros de combate y antitanques que se encuentren agrupados, para alertar a los blindados propios y a la vez asignarlos como blancos a la aviación propia.

En su APLICACIÓN TERRESTRE:

1. Durante períodos de conflicto, efectuar el control del movimiento a lo largo de las fronteras y en su zona próxima.
2. Realizar la vigilancia del campo de batalla, brindándole al comandante terrestre información sobre:
 - a) Las características del terreno donde operan u operarán sus fuerzas, y las dificultades que les presenta.
 - b) El emplazamiento y actividad de la propia fuerza.
 - c) Las concentraciones de tropas enemigas y sus desplazamientos.
 - d) Las maniobras que realiza el enemigo, la evolución de la batalla, y los efectos de sus propias decisiones
3. Realizar la detección y localización de blancos para la artillería propia, permitiendo:
 - a) El control del fuego, brindando a los artilleros una imagen directa del blanco mientras está siendo bombardeado.
 - b) La designación láserica del blanco, asegurando así una efectiva utilización de la munición de guía láser.

En OPERACIONES NAVALES el rol de los VeNTri es primariamente:

1. La positiva identificación de los blancos radar.
2. El reconocimiento más allá del horizonte.

Equipos utilizados

1. **SENSORES ÓPTICOS**
 - a. fotografía
 - b. televisión
 - c. LLLTV
2. **SENSORES INFRARROJOS**
 - a. de imagen térmica
 - b. de barrido lineal (IRLS)
 - c. FLIR
3. **SENSORES RADÁRICOS**
 - a. MTI
 - b. SLAR/SAR
4. **SENSORES LASÉRICOS**
 - a. de barrido lineal (LLS)
 - b. iluminador de blancos
5. **SENSORES DE EMISIÓN (INTEM/SIGINT)**
6. **MULTISENORES**
7. **OTROS SENSORES**

Antes de describir cada uno de los distintos empleos que se pueden realizar en el área del reconocimiento, es conveniente una breve explicación de los diversos sensores disponibles.

SENSORES ÓPTICOS

Fotografía

Siendo el más conocido de los sistemas, no es necesario detenernos en el mismo.

Sólo consideraremos dos aspectos que resultan limitativos: uno de ellos es que la fotografía, aun cuando puede ser sumamente detallada, a veces no resulta adecuada en oportunidad, ya que dada la gran movilidad de los elementos de combate, se requiere que la información sobre los mismos sea en tiempo real.

El otro aspecto a considerar es que, pese a las innovaciones técnicas que han permitido mejorar constantemente el rendimiento de las cámaras fotográficas, su utilización sigue dependiendo en gran medida de las condiciones meteorológicas, sobre todo en los vuelos de reconocimiento a gran altitud, cuando una capa de nubes cubre el objetivo.

Estas limitaciones son asimismo las razones que han aconsejado el desarrollo de otros métodos para la obtención y registro de informaciones, independientemente de las condiciones atmosféricas y de la oscuridad, y con capacidad de ser presentadas en tiempo real.

Entre los nuevos equipos y sistemas (que más abajo veremos) figuran: los detectores de rayos infrarrojos, los equipos de exploración lineal por láser, las cámaras de TV de bajo nivel de iluminación, y el radar.

Televisión/Video

Con las cámaras fotográficas y filmadoras existe la chance del juego a todo o nada, puesto que no hay forma de que el operador remoto obtenga información que le dé la certeza de qué es lo que está captando con su cámara, ya que no puede verlo.

Con el advenimiento de cámaras de TV (o IR) livianas y compactas, complementadas por un sistema de transmisión de imágenes, ese problema fue superado, pues no sólo el operador puede ver lo que capta la cámara, sino que puede aprovechar esa imagen para guiar al VeNTri hacia la posición deseada, e incluso cambiar la operación según lo que ve durante el vuelo.

Así, de pronto los Comandantes pueden disponer de un sistema de reconocimiento en tiempo real, ya que el enlace permite la transmisión de las imágenes de TV a medida que son captadas, directamente hacia la estación de control, y desde aquí hacia el usuario, quien puede así tomar decisiones ciertas en el momento en que suceden los hechos.

Normalmente estos equipos suelen estar dotados con zoom, brindando una capacidad de magnificación de la imagen y una alta resolución.

Es así que el campo visual y la relación de zoom de las lentes pueden ser preprogramados antes del vuelo, o cambiarlos en cualquier momento mediante el enlace de datos continuo desde la estación de control remoto.

Esto permite que se puedan redefinir los distintos campos visuales del sensor, con campos estrechos normalmente para el reconocimiento e identificación de blancos a baja cota, utilizando los de mayor amplitud para vigilancia a gran altitud.

Su flexibilidad hace que este tipo de sensores provea una excelente capacidad para el reconocimiento localizado, tal como caminos o blancos puntuales, o para el patrullado del frente de combate y para la detección del movimiento de tropas enemigas.

Una vez recibida la información en la estación de control, ella es retransmitida a los puestos de comando, donde la imagen puede ser superpuesta con la de un mapa para facilitar el análisis, así como integrada con la proveniente de otras fuentes.

Igualmente, las imágenes pueden ser videograbadas y luego procesadas en forma adecuada para mejorar o resaltar detalles. Además, permiten la reconstrucción de la acción, para efectuar su análisis y evaluación.

Uno de los mayores problemas que se enfrentan al utilizar cámaras de TV (o IR) es que todos los movimientos, sacudidas, etc., que realice el VeNTri afectan a la cámara, y por lo tanto la imagen salta, rota, se torna confusa y se va del blanco que se desea captar.

Para evitar eso, el autopiloto que controla al vehículo en al menos 4 grados de libertad (cabeceo, rolido, guiñada y altura), está conectado a un sistema de estabilización de la plataforma del sensor, proveyendo así una imagen estabilizada, cuando menos en cabeceo y rolido, no importando cuál sea la actitud del VeNTri.

En cuanto a su orientación azimutal, ésta puede ser solidaria respecto al cuerpo del vehículo, o puede ser mantenida con un ángulo constante respecto al norte, cualquiera sea el rumbo que tenga el vehículo.

Las cámaras suelen encontrarse montadas en dos posibles posiciones, la trompa o la panza del vehículo, una y otra ofrecen ventajas y desventajas, tanto para la captación de imágenes como para las operaciones de lanzamiento y recuperación.

La posición en un domo bajo la panza ofrece un gran campo visual, sin limitación azimutal, pero prácticamente obliga a la recuperación por red. Montada en la trompa, ve limitado su campo visual en azimut, normalmente a 90° a cada lado, obligando a planear un perfil de vuelo que coloque al objetivo a reconocer en la dirección de avance del VeNTri.

Como estos sensores y lo que concurre a ellos es de poca complejidad y relativamente de bajo costo, sin duda jugarán un rol importante como carga de los VeNTri durante mucho tiempo, pues el desarrollo de cámaras de TV de estado sólido además de bajar costos, han disminuido volúmenes y pesos, lo que las hace aptas para VeNTri de bajo costo o descartables, o para aquellos que sólo requieren de una capacidad de vigilancia sencilla.

L³ TV - TV de bajo nivel de iluminación - Low Light Level TV

La tecnología actual permite recurrir a este tipo de sensor, el que ofrece imágenes de alta resolución con la sola luz residual de las estrellas, solución que resulta apta en reemplazo de los equipos IR.

Excepto que requieren muy poca luz para captar la imagen, su operación y procesamiento posterior es similar al del sensor de TV.

SENSORES INFRAROJOS

Los sensores ópticos se hallan limitados para detectar blancos durante la noche o a través de la niebla y el humo (normal durante un combate). Es por ello que la utilización de la energía de IR como medio de reconocimiento se ha generalizado con tanta rapidez.

Esta técnica está basada en el simple hecho de que las superficies de los objetos responden diferentemente al espectro de la energía electromagnética.

Sabemos que cada objeto tiene un coeficiente de reflexión particular en la porción visible del espectro, por cuyo motivo el ojo lo ve bajo un color determinado; de igual modo, cada objeto tiene un coeficiente de emisión/reflexión propio a las ondas IR.

Aún cuando estas ondas no pueden ser captadas por el ojo humano, una película particularmente sensible puede registrar este coeficiente de emisión/reflexión IR, y suministrar así ciertas informaciones normalmente invisibles.

Esto se debe a que dentro del espectro electromagnético, la radiación infrarroja se sitúa entre las longitudes de onda visible y milimétrica, es decir, de 0,75 micrones a 100 micrones.

Más allá de los 4 micrones se observa que todos los cuerpos u objetos poseen por sí mismos una intensidad de emisión que es superior a la intensidad de la energía solar reflejada por esos mismos cuerpos u objetos, en cambio por debajo de esos 4 micrones prevalece la emisión reflejada de la energía solar. Esto marca la diferencia entre el espectro óptico e infrarrojo.

La detección infrarroja es el resultado de la aplicación de cuatro leyes físicas:

1. La ley de Planck, que establece que todos los cuerpos cuya temperatura es superior al cero absoluto emiten una radiación electromagnética. Esta ley define la relación que existe entre la longitud de onda y la intensidad de la emisión.
2. La ley de Wien, que establece que la temperatura del cuerpo radiante es

inversamente proporcional a la longitud de onda de la máxima emisión. Esta emisión es más fuerte y la longitud de onda más corta mientras más alta es la temperatura del cuerpo.

3. La ley de Boltzann, que dice que la energía emitida es directamente proporcional al coeficiente de emisividad y a la cuarta potencia de la temperatura absoluta del cuerpo radiante.
4. La ley de Kirchoff, da la noción esencial de emisividad. Esta emisividad expresa la relación existente entre la energía emitida por un cuerpo y una energía emitida por un cuerpo de referencia al cual se lo denomina cuerpo negro.

Equipos de imagen térmica

En realidad los sensores de reconocimiento no pueden trabajar sobre la totalidad del espectro IR, pues para ciertas longitudes de onda la atmósfera es opaca, esto se debe a absorción del vapor de agua y del gas carbónico, partículas en suspensión, etc., las que constituyen un obstáculo para la radiación IR, existiendo algunas ventanas que sí permiten esa radiación, de ellas, las dos principales se encuentran entre 3 y 6 micrones y entre 7 y 14 micrones.

Como ya lo mencionamos antes, a partir de los 4 micrones la detección es pasiva, la imagen termográfica obtenida mediante sensores IR permite lograr no sólo la imagen actual sino también las trazas de una actividad anterior, por ejemplo lograr determinar, bastante después de que fueron movidos de su lugar, el número exacto de aviones que se encontraban estacionados en una plataforma.

Igualmente la imagen es dinámica, por ejemplo en el caso de un oleoducto se puede apreciar el sentido de desplazamiento del fluido, esto debido a que hay una variación de temperatura asociada a la disminución de presión.

Este tipo de equipos da grandes posibilidades en el campo de combate, por ejemplo, si bien resulta difícil o imposible descubrir a simple vista un vehículo pintado de verde y oculto en un bosque del mismo color, como la pintura y la vegetación reaccionan diferentemente a los rayos IR, el vehículo será fácilmente localizado en una imagen térmica.

Las películas IR utilizadas en las cámaras de reconocimiento pueden ser suministradas en blanco y negro o en color. Estas últimas son conocidas con el nombre de películas de falso color (IRFC); debido a que en las fotografías IR en colores, éstos no corresponden a los colores reales de los objetos.

El azul aparece como rojo allí donde los rayos son más intensos, el verde equivale al rojo y a su vez el verde se convierte en azul. Procesos adecuados restituyen perfectamente las imágenes.

Equipos de barrido lineal - IR Line Scan (IRLS)

Además de las fotografías IR tomadas con cámaras clásicas, existen sistemas de exploración lineal que utilizan el espectro IR. En éstos, empleando espejos giratorios, un detector IR es enfocado en dirección al terreno que se sobrevuela, registrando la imagen por medio de exploraciones sucesivas.

Este método permite obtener fotografías muy claras, pero, habida cuenta de que la zona explorada es bastante reducida, sólo es empleado normalmente para el reconocimiento detallado a baja altitud de un pequeño sector, ya que por ejemplo, a 60 m de altura sólo cubre decenas de metros de terreno de ancho, y a 300 m llega a cubrir un ancho de 1600 m.

La principal ventaja de este sistema, a igual que el de imagen, sobre la cámara fotográfica clásica, es que puede ser utilizado de noche sin iluminación exterior o a través de nubosidades tenues, a la vez que es capaz de descubrir objetos que pasarían desapercibidos en una fotografía normal, especialmente si la temperatura de esos objetos es más elevada que la del terreno circundante.

En cambio, si las condiciones climáticas son tales que la diferencia de temperaturas es muy pequeña, resulta más difícil distinguir los objetos, ya que casi no existe contraste, requiriéndose detectores de mayor sensibilidad.

Una gran ventaja que presenta este sistema respecto a la fotografía o película es que los datos pueden ser transmitidos a la estación de control en tiempo real, y será en esta última en donde se compondrá la imagen.

Como dijimos antes la imagen es dinámica, o en otras palabras, tiene memoria, lo que permite que un operador experimentado extraiga toda una serie de conclusiones de lo que le ofrece la imagen.

Veamos unos ejemplos: si dos aviones de similares características estacionados en plataforma muestran diferencia en su tonalidad de color (fruto de radiación distinta), esto indicará probablemente que uno de ellos acaba de aterrizar, pues su célula se verá fría pero sus motores calientes, mientras que el que no ha sido utilizado se verá caliente por igual.

También se puede distinguir si un avión ha sido preparado para operar, pues probablemente en la imagen quedarán rastros de las sombras de los vehículos de apoyo que estuvieron a su alrededor, y que han hecho que ese pedazo del suelo no se calentara en la misma forma que el resto. Igualmente, los aviones que hace pocos minutos hayan despegado, habrán dejado su rastro en la zona de plataforma donde estuvieron.

FLIR - Visión frontal por IR - Forward Looking IR

Luego de que Texas Instruments desarrollara el primer FLIR en 1964, se produjo, a partir de mediados de la década 70, un crecimiento explosivo de los equipos basados en esta técnica.

Es así que se considera al FLIR como el sensor de imagen predominante para los futuros VeNTri. El atractivo que ofrece a los potenciales usuarios es su habilidad para atravesar la niebla y el humo que normalmente están asociados con el campo de combate, así como poder realizar operaciones nocturnas, todo ello sin necesidad de sobrevolar el objetivo a reconocer.

Basado en la misma técnica que el IRLS, junto con éste han logrado mejorar sus performances gracias a las nuevas tecnologías que utilizan arreglos de planos focales en mosaico y que dan la capacidad del procesamiento de señal a nivel chip.

Esta nueva tecnología permite las altas performances y resoluciones necesarias para el reconocimiento a gran distancia y para el marcado de blancos.

SENSORES RADÁRICOS

Los sistemas de reconocimiento basados en las técnicas radáricas han adquirido creciente importancia debido a la miniaturización y confiabilidad logradas.

MTI - Movil Target Indicator - Indicador de blancos móviles

Reconociendo la capacidad potencial del radar miniaturizado se han iniciado estudios para su aplicación en un amplio espectro del reconocimiento. De los distintos tipos y técnicas considerados, la solución mejor con la actual tecnología la ofrece el MTI, ya que la microelectrónica permite en estos momentos, realizar un radar de esas características dentro de las limitaciones de peso y volumen que especifica un VeNTri.

Así se dispone ya de la posibilidad de equipar varios vehículos con este tipo de radar y posicionarlos adecuadamente a lo largo del frente de combate (uno de los proyectos del Aquila) de forma tal que provean al Comandante de la zona una imagen clara e integrada de lo que está ocurriendo en el campo de batalla.

Aún cuando el radar MTI montado en un VeNTri provee información precisa y todo tiempo de los blancos móviles y su localización, no es capaz por sí del reconocimiento y clasificación detallada de los mismos, requiriendo por lo tanto de otras fuentes de información complementarias.

SLAR - Side Looking Airborne Radar - Radar de Observación Lateral

Debido a que el radar es un detector activo cuyas transmisiones pueden advertir al enemigo de la aproximación del avión, se han llevado a cabo desarrollos para lograr radares de exploración lateral y hacia abajo.

De este modo, un equipo enemigo de detección de radares sólo puede captar la emisión radar cuando el VeNTri lo sobrevuela o cuando en su trayectoria pasa lateralmente próximo a él, jugándose con el tiempo de reacción y sobre todo con el alcance de las armas superficie-aire para evitar el derribo.

El SLAR es un radar de antena lateral cuyo diagrama de cubrimiento es perpendicular al eje de avance de la plataforma que lo porta, presentando un área de sombra bajo la vertical.

El ancho del terreno cubierto por el lóbulo de antena por supuesto depende de la altura de vuelo de la plataforma, y la información que de él se va obteniendo se registra en un film, que avanza en forma proporcional con la velocidad de desplazamiento del VeNTri.

Los modos de funcionamiento normalmente usados son el cartográfico y el MTI.

La forma de operar del SLAR permite realizar un relevamiento a escala constante del área que resulta de interés, cuya dimensión está limitada por el ancho que cubre el lóbulo en cada pasada y por la autonomía del VeNTri.

La imagen que proporciona es muy clara, lo mismo a baja que a alta cota, reproduciendo el terreno de una forma fácilmente reconocible. A baja altitud (150 m o menos) la imagen se convierte en tridimensional y la señal que regresa de una superficie vertical se ve acentuada por la zona sombreada inmediatamente posterior, igual efecto se produce en el mar en donde la respuesta de los buques contrasta notablemente con la ofrecida por el mar.

Tiene como inconveniente la necesidad de una interpretación que demanda mucho tiempo y que exige de mucha experiencia en los operadores.

El sistema es tan eficaz de día como de noche, y su utilización en todo tiempo depende tan sólo de las condiciones meteorológicas. Así, por ejemplo, una fuerte lluvia puede reducir la reflexión en el suelo, especialmente si son utilizadas longitudes de onda cortas para obtener la mejor definición de la imagen radar a gran distancia.

El advenimiento de los radares de apertura sintética (SAR) ha dado solución a este problema, a la vez que ha mejorado notablemente el grado de definición de la imagen.

Las técnicas actuales permiten la transmisión inmediata de la información a medida que el radar barre, dejando para la estación terrestre la compaginación de la

imagen y su interpretación.

Su definición generalmente no puede ser usada para identificar los blancos, pero puede ser utilizada por los Comandantes como aviso para determinar aquellas áreas en las que se requiere un reconocimiento más detallado con otros equipos de mayor definición.

SENSORES LASÉRICOSLLS - Laser Line Scan - Barredor Lineal por Láser

La posibilidad de incorporar equipos de láser a los VeNTri ha brindado una nueva capacidad a las operaciones, ya que permite llevar los láser a la profundidad del territorio enemigo, montados en plataformas difíciles de detectar y que pueden permanecer por horas orbitando y relevando o marcando blancos.

Para la primera de las tareas se utiliza un LLS (Laser Line Scan) basado en igual principio y operado en forma similar a los IRLS pero utilizando técnicas láser.

LT/LTD - Laser Target Illuminator/Laser Target Designator – Iluminador /designador láserico.

Una de las mayores ventajas que ofrece la combinación de un VeNTri y un láser es la posibilidad de iluminar blancos durante todo el tiempo que resulte necesario para el empleo de proyectiles y misiles de guiado láserico.

Esto se debe a que la designación en otras plataformas presenta algunos problemas; uno de ellos es el alcance, ya que el rango de estos designadores es bastante corto, lo que tiende a limitar la utilidad de las armas guiadas por láser a aquellas operaciones en las cuales el designador se puede ubicar dentro del alcance visual del blanco, sea en un avión portador, sea con un marcador terrestre.

Esto a veces no es posible, o significa un alto riesgo, y así resulta que el VeNTri es la solución al problema, pues le basta sólo con volar hasta una posición adecuada; sus características le dan una supervivencia aceptable, y en el peor de los casos, lo que se pierde sólo es equipo.

SENSORES DE EMISIÓN (INTEM/SIGINT)

Las características de emisión de las amenazas actuales hacen que cada vez resulte más difícil su detección, excepto que se logre la suficiente aproximación.

Esto a veces no es posible sin aceptar un alto riesgo de pérdida de la plataforma y su tripulación. Prueba de ello, son los incidentes como el hundimiento del barco Pueblo o el derribo del EC-121 en Vietnam, los que han actuado como estímulo para lograr un sistema de reconocimiento electrónico que satisfaga los requerimientos sin riesgos de vidas.

Esto ha motivado que ya desde la guerra de Vietnam se haya mostrado gran interés en obtener este tipo de información mediante VeNTri como plataformas.

A igual que los sistemas instalados a bordo de aviones, el equipamiento de los VeNTri puede ser preprogramado con las características y parámetros de las amenazas que encontrará. Una vez que un emisor ha sido detectado y clasificado como prioritario o de interés, se puede realizar la medición de sus parámetros.

Además de sensar señales, recurriendo a un dispositivo de marcación de dirección de arribo, se pueden obtener los ángulos de azimut y elevación del VeNTri respecto al emisor, y transmitir esta información para que sea localizado.

Aprovechando estos datos, también se puede orientar al vehículo hacia el emisor detectado, de forma que el operador remoto, recurriendo a un segundo sensor, esta vez de imágenes, pueda rápidamente visualizar e identificar al emisor y a la amenaza de la cual forma Parte.

MULTISENSORES

Hasta hace poco, problemas de peso, volumen y consumo de energía habían limitado la carga útil de los VeNTri a un único sensor, pero la nueva tecnología, y especialmente la microelectrónica, han permitido disponer de una carga útil de varios sensores simultáneos.

La incorporación de una cámara de TV, un FLIR y un láser dentro de las limitaciones de carga útil de un VeNTri ha sido uno de los últimos logros, al permitir que se mantengan las características de la plataforma, con lo que también se mantiene su probabilidad de supervivencia.

Antes de esta posibilidad tecnológica se planteaba la disyuntiva de un solo sensor o un aumento del tamaño del vehículo, y esto último implicaba el aumento de las probabilidades de ser detectado a la vez que los costos involucrados, hasta un punto en donde el concepto se tornaba inaceptable.

La nueva capacidad adquirida ofrece a quien planifica las misiones la suficiente flexibilidad para adecuarlas al tipo de información que se necesita obtener.

La carga útil puede así estar conformada por cámaras fotográficas, de TV, equipos IR o un radar de observación lateral, correspondiendo cada uno de estos sensores a un tipo de utilización preciso; de esta forma las cámaras IR, sensibles a las diferencias de temperatura, revelarán detalles que escapan a las cámaras clásicas, tales cosas como motores en marcha, usinas en funcionamiento, vehículos camuflados, oleoductos enterrados, e incluso el nivel de combustible de los depósitos, mientras que el radar de observación lateral y el SAR detectarán los objetos y vehículos en movimiento.

Como en la guerra moderna se considera a la permanencia operativa como criterio principal de la eficacia, en el caso de que uno de los sistemas de a bordo falle, sus responsabilidades podrán ser cubiertas por los restantes.

Por ejemplo, en una misión de reconocimiento nocturno efectuada con una

fuerte cobertura de nubes y abundante lluvia, los equipos ópticos de bajo nivel de iluminación quedarán anulados, y limitarán la capacidad de los infrarrojos, pero no afectará al radar de observación lateral.

Por contraste, ni las cámaras ópticas ni los sensores IR pueden ser detectados, puesto que son pasivos, no sucediendo lo mismo con el radar. Pero como vemos, las deficiencias de unos sensores son compensadas por las ventajas de los otros y de la complementación que brindan, cosa que no sucede al utilizar cada sensor en forma individual.

Como hemos visto, las bondades de unos sistemas suelen ser deficiencias en los otros.

OTROS SENSORES

Hasta aquí hemos hablado de aquellos sensores que pueden ser utilizados para la vigilancia o el reconocimiento; pero existen otros tipos de sensores que son tan útiles para las operaciones como los ya descritos.

Por ejemplo, al VeNTri se lo puede dotar con el equipamiento adecuado que permita efectuar el relevamiento meteorológico de una zona crítica, o con sensores para detectar áreas contaminadas con agentes químicos o radioactivos.

Existen asimismo otros tipos de sensores, portados por los VeNTri pero que son lanzables, como los acústicos, sísmicos, etcétera.

Empleo

Podemos agrupar a las distintas tareas que se realizan dentro del reconocimiento en:

1. Vigilancia del campo de batalla, brindando información que resulta útil para:
 - a) Conocimiento de la situación por parte del Comandante y su Estado Mayor.
 - b) Vigilancia y control por los distintos niveles de conducción de los desplazamientos tanto del enemigo como de la propia tropa.
2. Localización de objetivos y marcación de blancos para las Fuerzas Terrestres.

3. Reglado del fuego de artillería.
4. Asistencia al OCAA.
5. Evaluación de daños.
6. Detección más allá del horizonte.

VIGILANCIA DEL CAMPO DE BATALLA

Al combatir con un enemigo imbuido de una férrea doctrina ofensiva y equipado para realizar operaciones con un alto grado de movilidad, el Comandante de un Teatro de Operaciones afronta un problema formidable para poder aprovechar al máximo la capacidad de sus fuerzas contra un enemigo que presenta una situación tan cambiante.

Si sus fuerzas están dotadas de similar movilidad, su problema será mayor, y sólo podrá tomar decisiones acertadas cuando disponga de suficiente información, tanto del enemigo como de su propia fuerza en tiempo real.

El aspecto de la propia fuerza puede ser aceptablemente controlado mediante un buen sistema de C³; no así el del enemigo, pues necesita saber dónde está y cuáles son sus movimientos.

Normalmente esto se suele resolver recurriendo a observadores adelantados, patrullas, observadores en helicópteros, y aviones de reconocimiento.

Función del nivel en el que se está operando va a ser la necesidad de profundidad en el territorio enemigo que se demanda del reconocimiento. Así, por ejemplo, a las unidades de primera línea les interesa saber que hay detrás de la colina de enfrente, las grandes unidades de combate necesitan información referida a algunas decenas de kilómetros, y los Estados Mayores deben estar informados de lo que acontece en la retaguardia del enemigo.

Si consideramos al observador adelantado, incluso en las mejores condiciones climáticas no puede esperarse que capte blancos a más de unos cuantos kilómetros de distancia del lugar donde se encuentra. Esto significa, con la movilidad y con los alcances de las armas actuales, que el limitado tiempo y espacio disponibles para hacer fuego sobre el enemigo inhibe sobremanera la tasa de aplicación de ese fuego que se posee, sea aéreo o terrestre.

Aparte, no siempre el observador adelantado se encuentra en el lugar adecuado en el momento oportuno, especialmente si se da la ventaja de escoger el momento y lugar del ataque a las fuerzas enemigas.

Incluso si estuviera ubicado inicialmente en condiciones ventajosas, el observador adelantado, con su limitada capacidad para cambiar rápidamente sus puntos de observación, podría ver su desempeño degradado ante el empleo, por el

enemigo, de humo encubridor o por el inevitable polvo y bruma creados en el campo de batalla y el humo producido por las bombas.

En estas circunstancias no puede realizarse un adecuado apoyo de fuego, sea aéreo o de artillería. Ambos sufren debido al campo de visibilidad restringido del observador basado en tierra.

Como resultado, más allá del alcance limitado del observador adelantado, sólo se puede atacar eficazmente a blancos de zona que sean relativamente estáticos, y el apoyo aéreo tendría que valerse de su propia capacidad de captación de blancos.

La mayor parte de estas dificultades, si no todas, pueden paliarse mediante el uso de una plataforma aérea móvil.

Al ampliar el horizonte del reconocimiento y vigilancia en tiempo real disponible para el Comandante terrestre, éste debería poder estar mejor capacitado para identificar el plan táctico del enemigo, permitiéndole desplegar sus propias fuerzas óptimamente.

Al propio tiempo, la profundidad de la zona de destrucción de sus armas de apoyo podrá ampliarse hasta el alcance máximo de las mismas, permitiéndole obtener un mayor volumen de fuego antes de que las fuerzas enemigas se acerquen a la zona de confrontación.

A esto se agrega que el mejoramiento de la precisión, y por ende da la eficacia que permite el empleo de la munición guiada hará posible destruir blancos puntuales, tales como vehículos acorazados o puestos de comando a mayores distancias.

Como vemos, es claramente beneficioso poder observar desde un vehículo maniobrable, bajo y lento, que pueda permanecer cerca del blanco buscado, reduciéndose así en gran medida los efectos del humo y polvo localizados en el campo de batalla, a igual que las dificultades del terreno y la vegetación.

Esto es ratificado por ejemplo por la doctrina de "Airland Battle" de EE.U.U., que demanda grandes capacidades de reconocimiento y vigilancia del campo de batalla, tarea que debe efectuarse desde el aire; pero que no siempre podrá ser efectuada con medios tripulados, sea por la cantidad de medios requeridos simultáneamente, sea por el riesgo casi suicida que algunas misiones imponen.

Y así el proceso vuelve atrás, pues en ausencia de vigilancia aérea localmente controlada sobre el campo de batalla, el Comandante de las fuerzas terrestres y las unidades de apoyo aéreo se encontrarán nuevamente dependiendo en alto grado de los observadores adelantados.

Como sabemos, los nuevos vehículos de combate blindados han aumentado su velocidad y movilidad en el campo de batalla, y un gran porcentaje de la artillería es autopropulsada, y ambos cuentan con mejores y abundantes defensas antiaéreas.

Estas defensas antiaéreas pueden ser de una efectividad tal, que aumentan a valores inaceptables la probabilidad de pérdida de las plataformas de reconocimiento aéreo.

Esto, sumado a la gran demanda simultánea de reconocimiento, como antes lo expresáramos, orienta hacia el uso del VeNTri como plataforma de reconocimiento, más barata que un avión, ya que la tecnología actual permite su fabricación en grandes cantidades y a un bajo costo.

El otro aspecto, el de la supervivencia de la plataforma, no genera inhibiciones para su uso, pues no se ponen en juego vidas humanas.

Enfoquemos ahora el problema considerando la situación continuamente cambiante del campo de batalla.

Una mayor movilidad significa que las fuerzas de combate pueden dispersarse y encubrirse más fácilmente. Esto hace cada vez más vital la capacidad de los sistemas de lograr cortos tiempos de reacción, lo que lleva al reconocimiento en tiempo real.

Cuando se requiere información en tiempo real, salvo con las nuevas técnicas de video, las cámaras fotográficas o las filmadoras no resultan adecuadas, ya que luego de tomar las imágenes el vehículo debe regresar a las propias filas y ser recuperado, y la película ser procesada y distribuida a quienes interesa, lo que demanda un tiempo que aún en el mejor de los casos no resulta aceptable.

Además, en la realización de las tareas necesarias de vigilancia, localización del blanco, control del fuego y evaluación del daño producido, hay claras ventajas en la aplicación de la memoria, razonamiento y capacidad de toma de decisiones del hombre.

Las crecientes capacidades de los sistemas de armas modernos cada vez requieren más de sistemas de comando y control que prevean adecuada información. Cuando los sistemas de armas no logran disponer de la información necesaria, su empleo resulta deficiente, aún a pesar del espléndido logro tecnológico que representan y la ventaja que significan para quien los posee.

Lo que finalmente conduce a que se disponga de una buena y estable imagen panorámica del campo de batalla, es la rápida recepción e integración de la información captada, y que se traduce en inestimable ayuda al Comandante para su toma de decisión, pues le permite empeñar a sus fuerzas en una forma más económica y a veces decisiva.

Algunos consideran que el disponer de esta capacidad al enfrentar a un enemigo que no la posee, equivale a pelear con un ciego. En cierta forma, se vuelve a la época en que los comandantes dirigían la batalla desde lo alto de un cerro, desde el cual dominaban todo el campo de batalla.

Vemos así que los VeNTri resultan el medio ideal para lograr disponer de esa información, pudiendo el vehículo ser parte de todo un sistema de vigilancia y reconocimiento, o estar adecuado a las necesidades específicas de determinado sistema de armas o unidad de combate; y en este último caso, manteniendo su integración al sistema total de C³.

Si tomamos como ejemplo al Scout israelí, su central de comando, que tiene un enlace de video con el vehículo, además de utilizar la imagen para su propia

actividad, la retransmite: al Comandante Táctico, al Comandante de la Artillería, a la Fuerza Aérea y al Comandante del Teatro.

El VeNTri satisface así la necesidad de reconocimiento, vigilancia y adquisición de blancos sobre un área que llega hasta la profundidad del territorio enemigo, siendo capaz de operar desde sitios móviles y sin preparación previa, transmitiendo información en tiempo real de todo cuanto captan sus sensores, requiriendo para ello, dada su simplicidad de operación, de poco personal y medios, tanto para su operación como para su mantenimiento.

Normalmente el sistema, además de los sensores, comprende la capacidad en tierra de poder dejar registrados en cinta o en memoria los datos recibidos, con lo que se puede repetir la información y situación detectadas tantas veces como se desee.

En síntesis, el VeNTri sólo requiere la solución a los problemas de equipamiento adecuado, organización, procedimientos y tácticas para constituir un sistema conjunto de vigilancia y control del fuego en el campo de batalla que satisfará plenamente a las necesidades de los distintos niveles de mando empeñados en el combate.

LOCALIZACIÓN DE OBJETIVOS Y MARCADO DE BLANCOS

Al efectuar el reconocimiento de una zona, los distintos sensores son capaces de detectar tanto a los posibles blancos como a aquellos sistemas de armas que constituyen una amenaza.

Esta información, recibida en los puestos comando resulta sumamente útil para el planeamiento de las misiones, pero tiene una utilidad mucho mayor, pues permite la localización de los posibles blancos y su marcación para las armas.

La alta movilidad de la mayoría de esos blancos, especialmente en la zona próxima al frente de combate, demanda un seguimiento continuo, al menos de aquél elegido para ser atacado.

Esto significa que se requiere permanencia dentro del alcance visual del blanco hasta tanto sea atacado.

La difícil movilidad del observador adelantado a veces no le permite satisfacer esta necesidad, sí lo puede hacer una plataforma aérea, pero su permanencia en estación largo tiempo disminuye enormemente su probabilidad de supervivencia, más aún si el blanco se encuentra en la profundidad de la zona de combate.

Lo expuesto conduce, como es lógico suponer, al empleo de los VeNTri para esta tarea, ya que su probabilidad de supervivencia es mayor que la de los aviones, y si es derribado sólo es necesario su reemplazo, pues no hay vidas involucradas; basta para que cumpla su función que cuente con los sensores

adecuados y pueda permanecer largos períodos en estación.

Hay otros dos aspectos que debemos considerar, uno de ellos es que, en procura de lograr un mismo efecto con menos cantidad de armas, se tiende al uso de misiles o a que la munición sea guiada.

El otro es el hecho de que las mejoras logradas en los blindajes protectores obligan a que el tiro sea más preciso para que sea eficaz, lo que también orienta hacia el uso de munición guiada.

Ejemplo de lo dicho lo dan el Copperhead, MLRS, Hellfire, Maverick y las bombas de guía láser.

Debido al alto costo de este tipo de armas, resulta mandatorio disponer de una adecuada información sobre el blanco a atacar, especialmente su posición, lo que implica capacidad para designar al blanco.

Y aquí también el VeNTri sigue siendo el medio más apto, pues puede colocarse dentro del alcance visual del blanco, elegir su posición relativa óptima, y permanecer ahí todo el tiempo que sea necesario, cosa que resulta demasiado riesgosa si se realiza con una plataforma tripulada.

Un ejemplo de esto, es el procedimiento empleado por el AH-64 (Advanced Attack Helicopter) mediante el cual, o utilizando un helicóptero de acompañamiento Scout, se pueden designar blancos para el Hellfire.

Esa función de designación puede ser realizada sin inconvenientes por un VeNTri, ahorrando una plataforma tripulada, a la vez que es reemplazada por otra que tiene más probabilidades de supervivencia, o en el peor de los casos, si es derribada, no involucra vidas humanas ni resulta tan costosa. Y si quien designa el blanco es el propio helicóptero de ataque, éste no necesita perder el tiempo que demanda la localización y designación del blanco.

Si aceptamos la conveniencia del VeNTri como plataforma, vemos que requiere para cumplir su tarea, en primer lugar, de sensores de diverso tipo para poder detectar al blanco, o recibir información proveniente de otras fuentes, que lo emplacen próximo al mismo; luego será necesario emplear una cámara de TV para que el operador remoto pueda ver el blanco, identificarlo y orientar hacia él al sistema de designación, y finalmente un designador, el que normalmente será del tipo láser.

Nos queda por último tener información precisa de la posición del VeNTri, la que se obtiene con cualquiera de las técnicas que se describen cuando nos referimos a la aviónica.

En cuanto a los sensores, uno de los procedimientos más utilizados, cuando no se dispone de otra fuente de información sobre la posición de los blancos, se basa en las emisiones de radiofrecuencia, las que sensadas y procesadas mediante un dispositivo de indicación de dirección instalado en el vehículo, brindan información angular de posición en azimut y elevación del blanco respecto al VeNTri.

Esta información puede ser presentada al operador remoto como vectores en su pantalla, indicándole la dirección hacia dónde debe desplazar al VeNTri, o ser

utilizada automáticamente para orientar al vehículo hacia la emisión del blanco.

Una vez dentro del alcance visual del blanco, el operador puede fácilmente, mediante la imagen que capta, determinar la posición relativa blanco-VeNTri.

Establecida la posición del blanco respecto al VeNTri, usualmente recurriendo a un telémetro láser, esta información de azimut y distancia es transmitida a la estación de control terrestre, la que tomando como referencia la posición del VeNTri, efectúa los cálculos para determinar la posición precisa del blanco.

Los sensores más utilizados están en las bandas de frecuencia de VHF/UHF, pero no existe limitación para que se empleen bandas de frecuencia más elevadas.

Cuando se trata de blancos fríos, que no emiten ni se desplazan, la forma de adquirirlos es recurriendo como sensor primario a una cámara de TV o de video, la que suele disponer de capacidad para autoseguimiento, diferentes campos visuales, y un cubrimiento en todo el hemisferio inferior del vehículo, por supuesto complementada con un designador láserico.

De esta forma, una vez localizados e identificados los blancos, se utiliza al designador láserico para su marcación a las armas de guiado láser, permitiendo que éstas realicen el homing sobre el reflejo de la emisión.

Cuando el objetivo a atacar está en la profundidad del territorio enemigo, es el mismo avión de ataque quien transporta al VeNTri hasta un punto de lanzamiento apropiado, como se hace con el Aequare, y luego del lanzamiento el control se hace desde el avión de ataque o, por retransmisión, desde una estación de control remota en tierra.

Cualquiera sea el método para llevar al VeNTri hasta su posición próxima al blanco, se utiliza una cámara de TV para encontrar al blanco, y un designador del tipo láserico para su marcación. Esta información puede ser complementada con otros sensores que porta el VeNTri y que pueden brindar información adicional sobre el blanco y su entorno, así como sobre la meteorología reinante.

Esto nos muestra además, que el VeNTri no sólo se limita a la localización y designación del blanco, sino que puede brindar mucho más información, referida a la evaluación de daños, meteorología como recién dijimos, desplazamientos del enemigo, etc.; lo que hace que cualquiera sea el uso primario del VeNTri, siempre tiene capacidad de obtener información que resulta útil a otros usuarios. En la figura 15 se ilustra el empleo para la localización y marcado de blancos.

REGLADO DE ARTILLERÍA

Aun cuando la munición actual es sofisticada, y en algunos casos tiene capacidad de ser guiada (como el Copperhead), sigue teniendo la necesidad de

disponer de una capacidad de control del fuego en tiempo real, para aprovechar todo el potencial de la artillería, y aumentar su utilidad.

El reglado de la artillería resulta una tarea difícil, especialmente si, como sucede hoy día, su alcance es de 30 km o más, y es aquí donde resulta óptimo el empleo de los VeNTri, ya que su capacidad de sensado y transmisión de datos, complementada con un adecuado sistema de computación, permite una fácil regulación del alcance y dirección, y a la vez no demanda arriesgar la vida de un controlador adelantado, el cual muchas veces se vería compelido a penetrar en las líneas enemigas, hasta estar dentro del alcance visual de su blanco, si no se dispone de otro medio, por ejemplo un helicóptero, que aumente su rango visual.

La solución de colocar al controlador del fuego a bordo de un helicóptero se ve constreñida, pues ante el ambiente de defensas tierra-aire cada vez más hostil, en lugar de una solución, él pasa a constituir un nuevo problema.

Esto lleva al VeNTri como solución ideal, pues puede colocársele dentro del alcance visual del blanco a batir sin que involucre riesgo para el personal.

ASISTENCIA AL OCAA

El apoyo de fuego es un factor que se ha tornado cada vez más imprescindible a medida que se ha ido progresando tanto en la tecnología de armamentos como en las tácticas y procedimientos del combate.

Esto ha hecho que la detección y localización de blancos y el guiado de los aviones de apoyo, así como la dirección del tiro, sean capacidades vitales a poseer, y aún cuando se ha progresado notablemente en procura de lograr aviones de ataque autosuficientes, todavía resulta necesaria la asistencia externa, tanto para la detección, localización e identificación de los blancos en el campo de batalla, como para el guiado de los aviones de ataque y la dirección del tiro, tarea, como ya sabemos, encomendada a los Oficiales de Control Aéreo Adelantados.

Pero en la guerra actual, para el OCAA pesan las mismas restricciones que ya mencionamos al referirnos a los observadores adelantados en la vigilancia del campo de batalla, no siendo solución el colocarlo en vuelo, coreo ya fuera comprobado por EE.UU. en la guerra de Vietnam, al tener que colocarlo dentro del alcance de las armas superficie-aire enemigas, y en donde las más mortíferas resultaban las del tipo del SA-7 transportadas por las tropas de primera línea, dentro de cuyo alcance debía operar y dirigir el ataque el OCAA.

Una alternativa que se buscó, fue el empleo del avión de combate biplaza, ya que proporciona un cierto incremento en la supervivencia debido a su velocidad de desplazamiento, aunque a expensas de la capacidad de realizar la misión, pues este medio, justamente debido a su velocidad, resultaba inadecuado para la vigilancia y el control del fuego en el ambiente desorganizado y saturado del campo de batalla.

Por contraste, ello no resulta un incremento suficientemente grande en la supervivencia, en razón de la capacidad de las modernas defensas aéreas en el campo de combate.

Además, el continuo desarrollo tecnológico de las armas antiaéreas ha hecho, como se ha comprobado en los últimos conflictos, que la situación se torne cada vez más exacerbante.

Si se regresa al concepto del OCAA en tierra, junto a las tropas de Ejército a las que debe apoyar, también se regresa a las limitaciones ya citadas, y la necesidad del apoyo aéreo no se percibirá hasta que los primeros componentes del enemigo estén ya en contacto con la propia fuerza, y tal vez sea ya demasiado tarde.

Aún cuando se aceptaran esas limitaciones, la amenaza del ambiente podría ser de una magnitud tal que resultara imposible para el OCAA estar dentro del alcance visual del blanco.

Es para solucionar este problema y aquellas limitaciones que se recurre al VeNTri.

El concepto de usar un VeNTri para la localización de blancos y el control del fuego, ofrece la oportunidad de sacar al OCAA de la zona donde se efectúa el combate, y colocarlo en un ambiente menos hostil, manteniendo los beneficios del alcance visual sobre el blanco.

Así el OCAA sería capaz de sobrevolar, vía la imagen que transmite el VeNTri, la zona de combate, y realizar las tareas encomendadas de acuerdo con la doctrina, y todo ello cómodamente sentado en la estación de control.

Al lograrse el mejoramiento en las capacidades de captación de blancos, y al aumentarse la eficacia de las misiones voladas como consecuencia de poder designar blancos mucho más allá del alcance que posee en tierra, se obtiene como resultado un mejoramiento en la calidad y la cantidad de oportunidades de apoyo aéreo cercano.

La capacidad que ofrece el VeNTri de sobrevolar el blanco y evaluar los daños permite ajustar continuamente el fuego y determinar rápidamente cuánto se ha destruido del blanco, permitiendo así utilizar con mayor eficacia las unidades asignadas al apoyo de fuego.

Si consideramos lo dicho anteriormente para la vigilancia del campo de batalla, vemos que cuadra a las necesidades del OCAA, y podemos así llegar a dos conclusiones:

1. Que tanto los sistemas de apoyo de fuego del Ejército, como los de la Fuerza Aérea, necesitan vigilancia aérea, dirección y control del fuego para obtener resultados óptimos.
2. El observador o el OCAA en tierra no disponen de tiempo de reacción, movilidad y alcance visual adecuados; la vulnerabilidad del sistema aéreo

tripulado (bajo y lento), que puede realizar esta labor resulta excesiva dado el ambiente de defensas tierra-aire.

Esto nos lleva a la posibilidad de recurrir al VeNTri como una parte totalmente integrada en un sistema conjunto de apoyo aéreo táctico y de control del fuego terrestre.

Las capacidades que brinda el VeNTri pueden así transformarlo en un elemento multiplicador de fuerzas, al aumentar notablemente el volumen, tasa y eficacia del fuego de apoyo, tanto aéreo como terrestre, poniendo al enemigo al alcance de un fuego más preciso y a mayores distancias de las propias posiciones de lo que es hasta ahora factible.

Y queremos recalcar, aunque seamos redundantes, que esta solución reduce notablemente la necesidad de colocar al hombre en posiciones de elevado riesgo en donde no rendiría en plenitud.

Al participar de un sistema conjunto de vigilancia del campo de batalla y de control del fuego podría proporcionar al Ejército y a la Fuerza Aérea medios valiosos para coordinar el fuego terrestre y aéreo complementario, a fin de que se apoyen mutuamente.

Ya dieron el ejemplo los israelíes en el valle de la Bekaa; cuando basados en la información suministrada por los VeNTri de la Fuerza Aérea, los misiles superficie-superficie Wolf destruyeron o neutralizaron las baterías de SAM sirias, para facilitar el ingreso de los aviones de ataque, los que a su vez realizaron fuego de apoyo para el avance de las tropas terrestres.

También en esa batalla demostraron la factibilidad del uso conjunto y en todos los niveles orgánicos de la información que brindan los VeNTri que sobrevuelan el campo de batalla.

Y finalmente, también de los israelíes podemos obtener las características que debe satisfacer un VeNTri de este tipo, pues tanto el Scout como el Mastiff son de tamaño pequeño, pesan alrededor de 100 kg y son tan invisibles a todo tipo de sensores como es posible. Su diseño y construcción son los óptimos para asegurar que sea muy difícil de detectar por radar, que tenga una firma infrarroja muy baja, que su motor produzca poco ruido y que sea difícil de captar visualmente.

Como carga útil normalmente recurren a un sistema de TV y a veces a un sensor IR, complementando éstos con un designador láserico.

EVALUACIÓN DE DAÑOS

Esta tarea, que resulta de relevante importancia para el planeamiento de las misiones, y que a menudo requiere de la transmisión inmediata de la información obtenida, puede ser fácilmente llevada a cabo por aquellos VeNTri que han sido concebidos para el reconocimiento, cabiendo la posibilidad de incluso relajar las

especificaciones que deben cumplir la carga útil y el sistema de navegación.

Según la rapidez con que se desea disponer de la información obtenida se utilizarán: equipos fotográficos con revelado posterior, lo que significa esperar el regreso del vehículo como en el caso del CL-289, o se contará con sensores que permitan la transmisión de imágenes en tiempo real.

El primer caso requiere una carga útil simple y no se necesita transmitir las imágenes, pero se dispone de la información un cierto tiempo (mínimo 1 hora) después de realizada la tarea, se debe asegurar la supervivencia de la plataforma en su vuelo de regreso a las propias líneas.

El segundo caso requiere equipamiento más complejo, tanto la carga útil (TV o sensor de imágenes); como la transmisión de esas imágenes, pero logra que los mandos dispongan de información en tiempo real, y ofrece además la posibilidad de conservar a la plataforma dentro del alcance visual del objetivo o próximo a él, observando la actividad posterior al ataque u orbitando en un lugar seguro, en lugar de arriesgar al vehículo en sucesivos vuelos entre las propias líneas y el objetivo.

DETECCIÓN MÁS ALLÁ DEL HORIZONTE

Los misiles antibuque actuales tienen alcances de hasta 100 km o más, y, a diferencia de los blancos terrestres, los navales tienen características de radiación que facilitan el enganche automático de cabezas buscadoras.

Estos aspectos obligan a las víctimas a que logren la detección de la amenaza lo más lejos posible, obtengan su posición precisa y su adecuada identificación con el tiempo suficiente como para iniciar acciones defensivas.

Igualmente, en algunos casos se necesita observar los movimientos de las unidades enemigas para determinar sus intenciones, y dado que los buques de guerra tienen sus propios y a veces potentes sistemas de defensa aérea, esta observación no puede ser realizada por aviones tripulados, aun cuando se pueda disponer de los mismos.

Los VeNTri permiten cubrir esta necesidad y deficiencia; para ello deben ser lo más pequeños posibles, de forma que puedan operar desde cualquier tipo de buque, surgiendo dos problemas: su lanzamiento y su recuperación, tareas que deben ser resueltas sin que afecten a la normal operación del buque, sin mencionar el poco espacio disponible para hacerlo.

Esto ha llevado a considerar el empleo de vehículos de despegue y aterrizaje vertical, siendo el Aerodyne de Dornier uno de los desarrollos más adelantados al respecto.

Utilización de la información

Por lo hasta aquí comentado, vemos que el contenido de la información no sirve sólo para la misión de reconocimiento en sí, sino que también es útil para determinar la situación completa de la zona de interés, y para planear o ejecutar acciones según se desarrolla esa situación.

Por lo tanto se requiere que el material obtenido llegue a los Puestos Comando, y que esté disponible tan rápido como sea posible, ya preparado en una forma tal que resulte fácil de interpretar por todos aquellos que harán uso de él, lográndose así que sea aprovechado oportunamente.

La combinación de sensores de imágenes y sistemas de transmisión de datos resultan la mejor solución en la mayoría de los casos, pues los requerimientos que deben satisfacer los sensores y el enlace de comunicaciones son simples, pero como contrapartida permiten disponer de la información en tiempo real o casi; y las pequeñas interrupciones de enlace que pueden ocurrir en general no afectan al éxito de la misión.

Otro elemento a considerar es: que para cumplir con una efectiva vigilancia y seguimiento de objetivos de pequeño tamaño, la plataforma a utilizar debe operar a baja cota y con un vuelo lento, procurando una gran permanencia sobre el objetivo asignado.

La baja altitud se requiere para obtener la necesaria resolución de imagen del objetivo y su entorno, y la baja velocidad permite al operador humano disponer de tiempo para detectar y clasificar los objetos que van apareciendo en su imagen.

A la larga permanencia deseable para un buen seguimiento de los objetivos deseados, se agrega también el requerimiento de lograr el cubrimiento y barrido de un área lo más extensa posible en cada vuelo, lo que significa una plataforma de gran autonomía.

Otro aspecto a considerar, es el hecho de que gran cantidad de aviones y sistemas de armas modernos dependen de sensores electroópticos que requieren de un entorno atmosférico adecuado, y el enviar a este tipo de sistemas a operar en un área remota y que en esos momentos tiene una pobre visibilidad significa desaprovecharlas, reducir su efectividad, y muchas veces, arriesgarlas en vano, pues no pueden cumplir su misión.

Esto indica que se debe realizar un monitoreo detallado de la meteorología, y especialmente la visibilidad reinante en el lugar de operación de estos sistemas, de forma de asegurar la probabilidad de éxito de este tipo de aviones y sistemas de armas.

Esta información, además, brinda al Comandante la información meteorológica necesaria para mejor planear sus operaciones aprovechando de las condiciones climáticas reinantes.

En forma similar los VeNTri pueden ser asignados sin inhibiciones para operar en aquellas áreas que han sido contaminadas o se sospecha que lo han sido, sea químicamente o por radiación. Al mismo tiempo, si está equipado con los

sensores adecuados, puede determinar los niveles de contaminación y hacer un relevamiento de cuál es el área afectada.

También contribuyen a las actividades del reconocimiento un gran número de sensores que han sido desarrollados para ser lanzados manualmente, por artillería, o desde una plataforma aérea y que, distribuidos adecuadamente, pueden proveer considerable información respecto a la actividad del enemigo.

Como veremos más adelante, los VeNTri pueden jugar un rol importante en el lanzamiento y el preciso emplazamiento de estos sensores, los que suelen ser del tipo acústico, sísmico o de radiofrecuencia, pudiendo ser lanzados desde muy baja altitud cerca incluso de los emplazamientos de sistemas antiaéreos y de misiles superficie-aire, transmitiendo todo aquello que sensan a un adecuado puesto de inteligencia.

Vemos así que para las tareas de reconocimiento aéreo ya se dispone, mediante el uso de los VeNTri, de las soluciones técnicas que permiten relevar a los pilotos de este tipo de misiones, eliminando así el freno que puede presentar para un Comandante la reluctancia a enviar tripulaciones en misiones casi suicidas.

AYUDAS A LA PENETRACIÓN O PENNAIDS (CME)

Todos los elementos que se utilizan para ayudar a la penetración de los aviones atacantes tienen como objetivo engañar al enemigo, confundirlo o saturar sus defensas a fin de degradar la eficacia de las mismas.

Como en la actualidad la mayor parte de las armas de defensa aérea recurren de una forma u otra al uso del espectro electromagnético para cumplir su tarea, es a través de este espectro que se realizan la mayoría de las ayudas a la penetración.

Podemos agrupar a las mismas en:

1. Señuelos.
2. Saturación y confusión de las defensas.
3. Portación de Contra Medidas Electrónicas (perturbación de radares y comunicaciones).
4. Lanzamiento de descartables y chaff.

Señuelos

La actuación como señuelo consiste en lograr que el VeNTri, aun cuando es más pequeño que los aviones, pueda aparecer para los radares enemigos como si fuera un avión real.

Para ello debe ser capaz de volar a la altitud y velocidad del avión al que simula, y debe imitar sus características de presentación (eco) en el radar enemigo.

Esto se logra colocando en el VeNTri elementos que refuercen su eco radar en la proporción necesaria para que equivalga al del avión imitado.

Para aumentar la superficie (o impronta) radar se puede recurrir a:

1. Elementos activos, es decir, retransmisores, que operando en las frecuencias de los radares a enfrentar re-emiten la señal radar que captan amplificándola adecuadamente.
2. Elementos pasivos, entre los más comunes y simples se encuentran las pinturas y los triedros reflectores, que se montan en el cuerpo del señuelo; una forma ya más sofisticada de lograr reforzar el eco es recurriendo al uso de lentes luneberg.

Cualquiera sea la técnica empleada, se requiere que tanto el VeNTri como su carga sean de bajo costo, pues normalmente no serán recuperables.

Jugando con la relación costo-efectividad, el equipamiento de a bordo será más o menos sofisticado, pudiendo en el caso más complejo y para dar más realismo, contar con interferidores de ruido o engaño; o en la variante más simple y económica, disponer de los sencillos reforzadores de eco recientemente descriptos.

Una de sus formas de empleo consiste en procurar desviar la atención de las armas de superficie hacia señuelos que acompañan a un avión en penetración, y que normalmente son transportados y lanzados por éste.

Un ejemplo lo constituye el Quail, que era transportado en el portabombas trasero del B-52 y que, una vez lanzado, imitaba las características de vuelo a alta cota del avión. Siendo de concepción simple, utilizaba triedros reflectores para reflejar un eco similar al del bombardero.

Otro ejemplo está dado por el SCAD, desarrollado para reemplazar al QUAIL cuando el B-52 adoptó nuevos perfiles de penetración, a baja cota. Ya más complejo, tiene una carga útil de 200 lb que comprende interferidores de ruido y onda continua y generadores de blancos falsos.

La combinación de estos equipos asegura la representación en los radares enemigos de una señal similar a la del B-52 y un comportamiento electromagnético acorde. Pequeñas modificaciones en el software y hardware le permiten imitar al B-1, el que posee una superficie radar menor.

Aprovechando la baja superficie radar de los vehículos, se puede recurrir al truco de dotarlos de repetidores que sólo funcionen en las frecuencias de los radares de vigilancia y adquisición, de esta forma, serán fácilmente detectados y adquiridos al confundirlos con aviones reales, pero cuando son transferidos a los radares de seguimiento, que operan en otras bandas de frecuencia, los repetidores no actúan, y la superficie radar será sólo la pequeña que devuelve el vehículo en sí; de esta forma

se logra que este radar tenga problemas para adquirir y seguir al VeNTri, causando las pérdidas de tiempo suficientes como para disminuir la efectividad del sistema de defensa, y por ende, su capacidad de destrucción de los blancos (aviones) reales.

Vimos que para que el engaño sea completo, el vehículo debe portar equipos interferidores, éstos, a la vez que le dan mayor apariencia de avión real, también ofrecen mayores probabilidades de supervivencia, colaborando en la manipulación total del espectro electromagnético.

Si se logra que el enemigo, confundido, lance aunque sea un misil a uno de los señuelos, la probabilidad de éxito de la fuerza atacante aumenta en la proporción en que se neutraliza a una de las armas, ocupada en la destrucción de un señuelo, el que por lo general, es de menor costo que el propio misil que lo destruye. En algunos casos este hecho incluso actuará como efecto desmoralizador de la defensa enemiga así burlada.

Aun cuando el enemigo no llegue al lanzamiento del misil, al menos se hará dudar al artillero, y por lo tanto perderá valiosos segundos, mientras resuelva si lo que tiene enganchado es un avión real o un señuelo.

Como vemos, aplicando esta técnica se logra que la capacidad de las armas de defensa enemigas, en especial misiles, se vea disminuida debido a que consumirán tiempo en vano, detectando y siguiendo, y a veces malgastando las armas en interceptar señuelos de bajo costo.

Así como resultan aptos para imitar aviones, también lo son para simular helicópteros, acompañando a estos en misiones de alta prioridad y elevado riesgo.

También para lograr la supervivencia de buques se ha desarrollado el mismo concepto, recurriendo a embarcaciones ligeras que, imitando las características electromagnéticas de los buques, logran desviar hacia ellas a los misiles antibuque.

Saturación y confusión de defensas

La otra forma de empleo de los señuelos es para procurar la saturación de las armas de defensa enemigas.

Basta sólo el hecho de que actúen junto con los aviones a los que imitan para lograr ya mejorar las probabilidades de supervivencia de éstos, por el simple aumento de los blancos entre los cuales el enemigo debe distribuir sus armas.

Una vez que se dispone de la facilidad para producir señuelos, en serie y a bajo costo, sólo se requiere disponer de capacidad para el guiado y control múltiple y el lanzamiento simultáneo de los mismos.

El problema de guiado y control normalmente se obvia recurriendo a la navegación programada, y el lanzamiento simultáneo se logra recurriendo a las rampas en contenedores, como es el caso del *Pave Tiger* o el *PAD*.

De esa forma, mezclados con los aviones atacantes logran la saturación y confusión de los sistemas de defensa, haciendo malgastar esfuerzos y tiempo, y a veces munición, misiles y salidas de caza interceptora.

Combinados con otras capacidades, tales como las CME, lanzamiento de chaff y flare, generación de cortinas de humo, etc., se convierten en un poderoso efecto multiplicador de fuerzas.

Perturbación a sistemas de radar y comunicaciones

Los desarrollos actuales han permitido agregar a una plataforma aérea (el VeNTri), con alta probabilidad de supervivencia y adecuada capacidad de carga útil, la suficiente energía eléctrica disponible a bordo como para operar pequeños equipos.

Esto ha hecho posible el empleo de los VeNTri en el campo de la guerra electrónica como ayudas a la penetración, incluyendo tanto la interferencia como la confusión de las defensas aéreas enemigas.

A esto ha contribuido la tecnología actual que ha tornado factible que la carga útil requerida en equipos para interferencia y confusión de los sistemas de radar y comunicaciones sea lo suficientemente pequeña, liviana y barata como para instalarla en VeNTri que no sean recuperables, a la vez que ha aumentado las posibles aplicaciones.

Ello resulta muy adecuado para enfrentar el problema planteado para la neutralización y confusión de las defensas, ya que se requieren múltiples y variadas fuentes de interferencia para lograrlas.

Por supuesto, esto establece requerimientos de compatibilidad e interferencia electromagnética (EMI/EMC), que al ser satisfechos, hacen que las misiones de interferencia resulten fáciles de integrar como capacidad operacional de las fuerzas.

Estos VeNTri presentan además otra posibilidad, la de ser empleados en combinación con aviones tripulados, lo que resulta sumamente interesante puesto que, como vimos recientemente, aumentan la probabilidad de supervivencia de estos últimos, y por lo tanto su poder combativo.

Desde ya, podemos deducir que las operaciones combinadas de aviones tripulados y VeNTri requieren un alto grado de coordinación, pues ambos ocupan simultáneamente el mismo espacio aéreo.

Vemos así que un vehículo de este tipo, preparado para apoyo de guerra electrónica, ya sea controlado en tiempo real o mediante navegación preprogramada, se transforma en un agregado extremadamente útil al espectro de ayudas a la penetración, ya que contribuye a diluir o degradar las defensas, sea mediante equipos interferidores y de engaño de a bordo, sea lanzando chaff o descartables activos y pasivos.

Como al hacerlo no se arriesga vida alguna, no sólo no se tiene reluctancia

a su empleo, sino que es factible el envío del VeNTri precediendo a los aviones atacantes (stand forward), operación ésta de altísimo riesgo para un avión tripulado.

Esto permite justificar su empleo, pues al recurrir a ellos se logra que el ataque resulte más efectivo (con un costo menor y con menos pérdidas de vidas) que si no fueran utilizados y lo que en ellos se invierte fuera aplicado a otros elementos de la fuerza atacante.

Al acompañar (escort) a los aviones en penetración, aumentan la capacidad de autoprotección de éstos, pero requieren de un control más preciso y en tiempo real, además de que sus performances de vuelo deberán ser parecidas a las de los aviones a los que acompañan.

La función típica de estos VeNTri será la de enmascarar, falsear e interferir la obtención de información llevada a cabo tanto por los radares de alerta temprana, control de caza interceptor a y adquisición de las armas de superficie, como sus transmisiones de datos y comunicaciones hacia los sensores terminales de las armas.

De esta forma, una escena normal resulta la del VeNTri atacando electromagnéticamente a un radar amenaza para asegurar el paso de la fuerza atacante a través del lóbulo de aquél, sin que sea adquirida o seguida.

Esto se logrará con una carga útil adecuada, que consistirá en la portación de equipos interferidores de ruido, repetidores de engaño, y el lanzamiento de dispositivos transmisores o retransmisores descartables y elementos pasivos tales como chaff, rope o triedros reflectores.

PERTURBADORES A BORDO

Si consideramos al VeNTri portador de equipos de CME, una de las mejores ventajas de su empleo es su capacidad de poder acercarse al emisor-amenaza a perturbar, aun cuando éste se encuentre en la profundidad de territorio enemigo.

La superficie radar de un VeNTri es muy baja, normalmente unos $0,10 \text{ m}^2$ (tamaño equivalente a un misil), lo que permite su aproximación a las defensas enemigas sin que prácticamente sea detectado.

De esta forma, las armas se verán compelidas a enfrentar el alto nivel de interferencia producido por los equipos (que estarán ubicados mucho más próximos que estando a bordo de un avión), mientras tratan de detectar a los blancos reales.

La posibilidad de acercarse a la víctima permite bajas performances de recepción y transmisión para lograr el mismo efecto que un equipamiento colocado fuera de alcance de las armas (stand off), a la vez que se mantiene la característica de este último de poder permanecer en estación por largos períodos, esto debido a su poca detectabilidad.

Como las potencias requeridas varían con el cuadrado de la distancia, un

VeNTri interferidor por ruido, que por ejemplo esté volando a 500 pies y a 3 NM de su blanco, logra el mismo efecto que otro colocado a 20 NM (fuera del alcance de las armas), pero requiriendo sólo 10^{-6} de la potencia de este último.

Complementando estas ventajas, surge la obtenida por la posibilidad de colocar al interferidor en un emplazamiento óptimo respecto a su víctima, cosa que a veces no es factible con los sistemas fuera de alcance (stand off), que se ven degradados, sea por la distancia, la meteorología o las características del terreno.

PERTURBADORES LANZABLES

El abaratamiento de los equipos para interferencia por ruido o engaño, diseñados en forma específica para determinada amenaza, permite su empleo como descartables.

Estos equipos, que normalmente serán interferidores tanto activos como semiactivos, podrán ser lanzados desde VeNTri en igual forma que se hace desde los aviones tripulados, pero sin arriesgar a éstos.

Ello, además, ofrece la posibilidad de efectuar el sembrado de equipos de forma tal de colocarlos más próximos al emisor amenaza, lo que como vimos, requiere menores potencias (y a la vez menores volúmenes) para generar una CME efectiva.

Los descartables, normalmente de tipo suspendidos por paracaídas, deberán colocarse en el área a atacar de forma que los aviones incursores queden alineados con la centroide formada por la zona de descartables y las baterías de la defensa.

Los atacantes deben asimismo cuidar la altura de penetración respecto a la de los descartables, a fin de prevenir la posible colisión con alguno de éstos.

Como es lógico, el requerimiento de precisión de navegación que necesitará el vehículo para este tipo de operación será mayor. La solución normal es recurrir al uso de sistemas de navegación inerciales, cuya exactitud es satisfactoria para el lanzamiento preciso de los interferidores.

CHAFF Y OTROS PASIVOS

Otro empleo clásico para los VeNTri en guerra electrónica es el de sembradores de chaff, ya experimentado con éxito en las postrimerías de la guerra de Vietnam mediante el proyecto Combat Angel (AQM-34).

Como sabemos, la técnica de sembrado de chaff es empleada para la formación de corredores o alfombras que, cubriendo extensas áreas, empastan las pantallas de los radares (normalmente de vigilancia o adquisición) impidiendo la localización de los aviones atacantes y su número.

Esto exige que el sembrador vuele por delante de los atacantes, lo cual

significa que él resulta fácilmente detectable, con el consiguiente riesgo para su tripulación.

Por ello, el reemplazar al avión tripulado por un VeNTri es una de las operaciones más redituables.

En algunos casos, cuando no se dispone de VeNTri específicos para el sembrado de chaff, se suele recurrir al reemplazo de la carga útil normal (sensores, cámaras, etc.) por un peso equivalente de chaff; en otras oportunidades se aprovecha el espacio reservado para el paracaídas de recuperación de emergencia.

Como para el sembrado de corredores las cantidades requeridas son grandes, el volumen así transportado no resulta suficiente, a ello a veces se agrega el problema de variación del centro de gravedad del vehículo luego de descargar el chaff, afectando sus características de estabilidad y control.

La solución es lograr modelos con mayor capacidad de carga útil sin que sea necesario colocarla en el interior del vehículo, bastando con soportes adecuados para la portación de pods: tal lo propuesto por varios fabricantes y lo aplicado en el caso de los AQM-34 H y J, que originalmente utilizaron el ALE-2 para luego reemplazarlo por el ALE-38; ambos equipamientos normalizados para ser empleados en aviones tripulados.

CARGA MÚLTIPLE

En otros VeNTri, como el AQM-34 V, se combinan las capacidades hasta aquí descriptas, por ejemplo con interferidores a bordo y al mismo tiempo pods de lanzamiento de chaff.

Esto permite una gran flexibilidad en el empleo de los VeNTri apoyando a los aviones atacantes, ya que pueden acompañar a éstos o mantenerse orbitando en posiciones adecuadas para interferir a las amenazas, o volar por delante sembrando corredores de chaff.

Aunque lo arriba expresado está orientado hacia la interferencia a radares, también es válido contra los sistemas de comunicaciones enemigas.

CONCLUSIÓN

Por lo hasta aquí descripto vemos que, en el campo de la guerra electrónica las ayudas a la penetración que emplean VeNTri como plataformas cubren un amplio espectro de posibilidades, sólo limitadas por la capacidad económica del contendiente y el ingenio de sus planificadores, pues:

1. Su función de señuelos tiene numerosas facetas.

2. Como lanzadores de diversos elementos, éstos van desde el simple chaff, hasta equipos para engaño de velocidad contra misiles de homínig, o bengalas como contramedida de infrarrojo, así como humo contra los sistemas de apuntado óptico y por láser, pasando por repetidores de pulso que presentan falsos blancos a los radares de adquisición y los más sencillos interferidores por ruido.

La mayor ventaja en el empleo de los VeNTri para ayudar a la penetración es que a cambio de su bajo costo (inferior a los 100.000 dólares), brindan a la fuerza atacante un aumento de la probabilidad de éxito que sólo se lograría recurriendo a un mayor número de costosos aviones tripulados (varios millones de dólares), y arriesgando vidas en operaciones con baja probabilidad de supervivencia.

ATAQUE AL SUELO

Aquí analizaremos:

1. Características del VeNTri
2. Tipo de blancos
3. Armas que llevan
4. El lanzamiento de las armas
5. La guía terminal

En las operaciones de ataque al suelo, los aviones se encuentran cada vez más ante la perspectiva de que sus blancos se hallen fuertemente defendidos por toda una panoplia de armas contra-aire, y si el emplazamiento es en el interior del territorio enemigo, deberán enfrentar no sólo las armas de la zona del blanco, sino todas las dispuestas en el trayecto de ida y regreso.

La cantidad y efectividad de esas armas disminuyen la probabilidad de supervivencia de los aviones hasta valores que hacen dudar de la aceptabilidad de algunas misiones.

Una forma de bajar los costos y a la vez mejorar esa supervivencia es recurrir a los VeNTri, aprovechando sus características de pequeño tamaño y poca superficie radar y firma IR.

Aún cuando el enemigo posea capacidad para detectar, seguir y destruir a los VeNTri, con ello ya se están logrando algunas ventajas, pues se lo está obligando a consumir misiles que resultan tanto o más caros que los VeNTri que destruyen.

Por otra parte, vimos que al emplear los VeNTri en cantidades suficientes, se logra otra capacidad, la de saturación de las defensas, que además de exigirles el máximo esfuerzo, permite que aunque se pierdan muchos vehículos en el intento,

algunos logran alcanzar sus blancos, aun cuando éstos hayan sido erizados de defensas.

Estos aspectos redundan en otro beneficio, la desmoralización del enemigo, el que, después de ingentes esfuerzos, sólo podrá vanagloriarse de haber destruido unos cuantos aeromodelos.

Las dudas sobre la factibilidad de que los VeNTri pudieran cumplir misiones de ataque al suelo quedaron eliminadas durante la guerra de Vietnam, y su capacidad ha sido plenamente confirmada con las demostraciones realizadas en 1981 por un vehículo notablemente más simple que los sofisticados AGM-34, cuando un Skyeye efectuó con éxito numerosos lanzamientos de cohetes Viper y FFAR 2,75, en ángulos de picado de hasta 25° y velocidades de 130 kts, logrando precisiones angulares de 0,25°.

Cada tipo de blanco a atacar y las armas a portar, determinarán una serie de factores a satisfacer por los VeNTri, estableciendo las características que deberán reunir, y su forma de navegación, guía terminal y apuntado del blanco, que aseguren la adecuada precisión ole lanzamiento.

Por supuesto, esto hace que los VeNTRI sean más o menos complejos en cuanto a su aviónica, existiendo un límite para aquella con la que se debe dotar a los VeNTri, pues su incremento, y por lo tanto su costo, lleva rápidamente a transformar al VeNTri en un misil de crucero.

Características del VeNTri

Hace unos años, los VeNTri de ataque eran concebidos como vehículos recuperables, preparados para atacar blancos altamente defendidos, mediante bombas y misiles portados externamente.

Difería de los aviones pilotados sólo por el equipamiento de a bordo, necesario para realizar el interfase con el controlador remoto responsable de su guiado y del lanzamiento de las armas; de esta forma se aproximaban más a los aviones de interdicción y ataque a los que reemplazaban, que a un VeNTri.

Este concepto significaba grandes dimensiones y peso, con todo lo que traen aparejado, en especial costos.

Actualmente el concepto ha variado, y los vehículos son sistemas pequeños, simples, con alto grado de automatización, y, lo más interesante, descartables, ya que resultan lo suficientemente baratos y fáciles de producir en serie. Ejemplo de esto es el LOCUS, PAD, etc.

No podemos decir que los VeNTri son el mejor medio para lograr la supresión de las defensas o para realizar con seguridad penetraciones profundas en áreas fuertemente defendidas, pero sí podemos establecer que el nivel de amenaza a enfrentar y la profundidad de la penetración en territorio enemigo. Junto con las

características propias del blanco, son los que definen el sistema de ataque a emplear en cada caso, y determinan las áreas óptimas de utilización de los aviones de ataque piloteados, los VeNTri de ataque y los misiles superficie-superficie.

En la tendencia actual podemos observar tres tipos diferenciados de VeNTri para el ataque al suelo, cuyas características son función sobre todo de la precisión de guía terminal, es decir, cómo hacer para llegar y encontrar el blanco.

Existe un primer grupo de minis, de concepción simple y de bajo costo, basados para su guía terminal y apuntando al blanco en los sistemas de TV a bordo, o en su capacidad, cabeza buscadora mediante, de realizar el homing sobre algún tipo de emisión producida o reflejada por el blanco.

Cuando los blancos a atacar son de grandes dimensiones o la carga militar es lo suficientemente potente como para tener un gran radio de efecto, no se necesita precisión, y basta con un posicionamiento lo suficientemente aceptable en función de las características del blanco, siendo normalmente adecuado un sistema de navegación inercial simple.

Para atacar blancos importantes en la profundidad del territorio enemigo se dispone de dos posibilidades: un vehículo de grandes dimensiones a fin de contar con suficiente carga portante, o uno pequeño pero con una muy buena guía terminal, para compensar cantidad con precisión.

Si se opta por la primera de las alternativas, a medida que el modelo se hace más grande, procurando disponer de una gran carga portante, su probabilidad de supervivencia disminuye, y por lo tanto requiere equipos de CME para su autoprotección, mayor capacidad de combustible y sistemas de lanzamiento robustos, todo lo cual lo encarece de forma tal que resulta necesaria su recuperación, aumentando las complicaciones.

Asimismo requiere en su diseño e interfase con la carda, un adecuado estudio de peso y balanceo, para que el desplazamiento del centro de gravedad con y sin carga, se encuentre dentro de límites aceptables.

Por eso suele preferirse la otra solución, aún cuando requiere una aviónica más compleja, y es porque en este caso el mismo vehículo constituye el arma, siendo por lo tanto del tipo kamikaze.

Para alcanzar el blanco, se puede recurrir a una guía en trayectoria de tipo preprogramada, y a una cabeza buscadora para la fase final, o se puede conformar como arma inteligente, con capacidad para identificar al blanco.

Su concepción puede ser tan compleja como se desee, hasta llegar a un punto en donde, como ya mencionamos antes, deja de ser un VeNTri para entrar en la categoría de misil de crucero.

Tipo de blancos

Recientemente expresamos que al observar el creciente incremento de las

armas contra-aire, resulta fácil apreciar que en el futuro, los aviones que realicen el ataque al suelo, comprenda éste el apoyo de fuego alas tropas de Ejército o la interdicción en la profundidad del territorio enemigo, afrontarán un sistema de defensa aérea denso y tecnológicamente avanzado, con coberturas redundantes que cubriendo desde las cotas bajas a las muy elevadas, resultarán difíciles de penetrar si no son previamente neutralizadas.

Tenemos un ejemplo de esta aplicación en el combate del valle de la Bekaa, donde la defensa aérea siria fue primero dislocada por los misiles Wolf y luego rematada por los F-4, para recién después efectuar la penetración de los aviones de ataque hacia los objetivos vitales.

Hay otro aspecto importante que se debe también considerar, y es la tendencia actual a mentar estas armas en plataformas autopropulsadas, para darles una movilidad acorde con las fuerzas blindadas o terrestres que han de proteger.

Así pues, mediante la combinación de fuerzas numéricamente elevadas con armas antiaéreas de variadas configuraciones, todas ellas dotadas de mayor movilidad, producen defensas que resultan más difíciles de detectar, evitar o atacar.

Si el primer objetivo, según lo demostraron los israelíes, es la pura eliminación de las defensas aéreas, antes que arriesgar aviones tripulados contra este tipo de blanco de alta amenaza, resulta más práctico el empleo de los VeNTri, los que, además de resultar más difíciles de detectar y seguir, y mucho más económicos que su contraparte tripulada, no imponen las dudas de empleo que pueden considerarse al concebir operaciones de alto riesgo.

Este tipo de blancos, conformados por radares y baterías de misiles y artillería antiaérea son en general "blandos" y fáciles de destruir o neutralizar con pequeñas cargas militares, las que resultan sencillas de transportar en un VeNTri.

Esto, por supuesto, no deseara el empleo de los VeNTri contra otros blancos más "duros", ya que como veremos más abajo, ya se dispone de vehículos aptos para batir blancos fortificados o pistas.

Podemos igualmente hacer un distingo entre blancos fijos y móviles:

1. Fijos: Usualmente se requiere que este tipo de blancos tenga alguna radiación, ya sea propia o reflejada, para permitir el apuntado mediante un sistema simple, tal como el del LOCUST. Si el blanco no es radiante se debe recurrir a técnicas electroópticas de identificación, lo que por supuesto significa complejidad.
2. Móviles: En general este tipo de blancos se refiere a tanques, los que son fáciles de detectar y apuntar recurriendo a sensores IR; para aumentar la probabilidad de encuentro, los VeNTri deberán tener suficiente autonomía como para alcanzar las zonas de concentración de tanques, tales como rutas, puentes, áreas de reaprovisionamiento, etc.

Para aquellos blancos fijos que no han sido previamente reconocidos o para los móviles, los VeNTri no podrán recurrir a la navegación preprogramada, pues no se dispone de información suficiente del blanco, por otra parte, se debe asegurar asimismo, que un mismo blanco no será enganchado por dos o más VeNTri simultáneamente, lo que significa un equipamiento más sofisticado para la adquisición, clasificación y apuntado.

La concepción, por ejemplo en el caso del PAD y otros similares, consiste en el lanzamiento de varios VeNTri en rápida sucesión, para que luego orbiten sobre una determinada zona a la espera de detectar con su cabeza buscadora la radiación o reirradiación de un blanco, y así lanzarse sobre él.

Siempre es interesante comparar costos; en nuestro caso, el del VeNTri a emplear con relación al del blanco que destruirá, y así determinar su eficacia al evaluar la conveniencia o no de su aplicación.

Algunas publicaciones suelen, por ejemplo, hablar de que el costo de un tanque equivale a 20 VeNTri, y que bastan 4 de éstos para asegurar la destrucción de aquél.

Como es fácil deducir, el saldo es favorable al usuario de los VeNTri, aún cuando la probabilidad de éxito individual no supere el 5 %.

Armas que llevan

No es necesario aclarar que el tipo de armas lanzables con que son dotados los VeNTri, depende de su capacidad de carga útil por un lado, y de la precisión de posicionamiento dada por su aviónica por el otro.

Una de las armas más comunes son los cohetes FFAR de 2,75 pulgadas y Viper, apuntados hacia su blanco mediante la visión remota dada por el sistema de TV de visión frontal del vehículo.

Modelos más grandes permiten la portación de bombas de gravedad de hasta 500 libras, del tipo cluster, o minas, y algunos vehículos con aviónicas más sofisticadas (como el AQM-34), son capaces del lanzamiento de misiles del tipo Maverick (de guía óptica) o Shrike (de guía por homing sobre señales de radiofrecuencia).

Por último podemos mencionar a aquellos VeNTri que son en sí un arma lanzable, concebidos para misiones kamikaze, tal como el Pave Tiger, Pad, etc.

El lanzamiento de las armas

Lo hasta aquí expresado nos indicaría que resulta ideal reemplazar a los aviones de ataque por VeNTri, pues éstos son mucho más baratos y en ningún

momento se ponen en peligro vidas humanas.

Pero la panacea no es tal cuando buscamos una capacidad de identificación del blanco y una precisión de apuntado equivalentes a las logradas por los pilotos de combate.

Se ha recurrido a distintas técnicas para tratar de atemperar estas deficiencias de los VeNTri, todas ellas a cambio de mayores costos en equipamiento sofisticado, y que posee grandes posibilidades de ser perdido junto con el vehículo portador en la primera o primeras misiones que realice, ya que le falta a bordo, el elemento de decisión que aumentaría su probabilidad de supervivencia, el hombre, por lo que los montos suelen ser llevados a cifras inaceptables para la mayoría de estos tipos de misiones, ya que el blanco debe ser realmente redituable.

Al margen de que la tecnología día a día abarata los costos, y torna aceptables misiones que hasta ahora no lo eran, algunas de las técnicas actualmente en uso ya otorgan precisión suficiente en el lanzamiento a un costo aceptable, basándose en general en el homing sobre emisiones de radiofrecuencia o láser, sean transmitidas o reflejadas por el blanco.

Esto desde ya descarta a aquellos blancos que por sus características demandan un bombardeo masivo, normalmente con bombas no guiadas: pero estos blancos suelen tener la particularidad de ser extensos, lo suficiente como para ser atacados con VeNTri simples y de navegación imprecisa.

Para el caso del guiado por láser, el sensor es del tipo empleado en las bombas GBU, pero a igual que éstas, requieren de un designador, el que debe estar a bordo de un avión tripulado o ser operado desde tierra y en proximidades del blanco. La alternativa, ya que de VeNTri estamos hablando, es montar el designador en uno de estos vehículos, tarea aún no accesible a costos aceptables.

El homing sobre la emisión generada por el blanco obvia este problema, y por eso es en esta área donde ha habido más desarrollos, sean armas lanzadas que porta el VeNTri, sea éste en sí el arma.

El homing puede ser realizado sin inconvenientes a condición de que la emisión del blanco tenga características particulares que lo diferencian perfectamente de su entorno.

Resulta sencillo cuando el blanco es un emisor de radar o de comunicaciones, no siendo tan fácil lograrlo cuando se recurre a sensores IR, aunque es factible cuando el contraste de emisión es grande, como en el caso de tanques en un entorno frío.

Esto nos lleva a un problema de confrontación de técnicas en guerra electrónica, ya que los sensores serán fácilmente engañados, excepto que sean dotados de las adecuadas capacidades para distinguir entre el blanco real y los señuelos.

No es necesario aclarar que, además de los sensores, se requiere que a bordo se posea la adecuada capacidad de procesamiento de señal, traducándose todo

esto, como es fácil suponer, en mayores energías requeridas, más equipos, mayor volumen de carga útil, VeNTri más grandes y, por lógica, mayores costos.

Una forma económica de lograr apuntar el VeNTri (empleado en sí como arma) directamente hacia su blanco, es dotándolo de un equipo de TV y una capacidad de transmisión de la imagen, así un operador remoto puede buscar visualmente el blanco, y una vez que lo localiza, atacarlo.

Si se desea capacidad con tiempo adverso o nocturna, la cámara de TV puede ser reemplazada por sensores más sofisticados como TV de bajo nivel de iluminación o FLIR. El BGM-34 por ejemplo, posee esta capacidad, con la ventaja de que, estando el sensor instalado en una trompa desmontable, puede ser cambiada a voluntad según la misión.

El dotar al VeNTri de ataque con un sensor de imagen brinda una capacidad paralela, pues en su trayectoria hacia el blanco o mientras orbita en la zona, puede ser aprovechado para el reconocimiento del área.

Al requerirse la transmisión de la imagen hacia el centro de control, así como comandos desde éste, el VeNTri se vuelve vulnerable a las interferencias del enemigo.

Esta posibilidad de apuntar al VeNTri por la imagen del blanco y la necesidad de evitar las transmisiones para negar al enemigo cualquier posibilidad de interferencia, llevan al diseño de sistemas complejos, que permiten la guía terminal y apuntado autónomos mediante imágenes y su procesamiento a bordo, y que llevan al VeNTri a la categoría de misil de crucero.

Para aplicar este método, el requerimiento técnico para la transmisión de datos y el control remoto son reemplazados por el de procesamiento de las señales de a bordo del vehículo.

Esto significa que previo al lanzamiento, uno debe seleccionar el perfil de vuelo y las características del blanco que resultan particularmente significativas, y que no pueden ser confundidas ni resultar ambiguas, cualquiera sean las condiciones de luz y meteorológicas que imperen en la zona del blanco, y que permitan asegurar la adquisición autónoma por parte del vehículo.

En este tipo de sensores, la imagen se logra por el barrido punto por punto de la imagen, archivando el potencial de energía derivado del reflejo natural de la luz o de la radiación que corresponda a cada punto.

El contenido de la información se determina por el número de puntos que contiene la imagen, es decir, la resolución geométrica, y por el número de niveles de brillo que puede tener cada punto (sensibilidad).

A fin de lograr capacidad nocturna o con tiempo adverso, los sensores suelen diseñarse para cubrir bandas del espectro electromagnético que van más allá del lumínico. De esta forma las imágenes son el resultado de la iluminación del blanco, su reflexión y la natural radiación que produce en las distintas bandas del espectro.

El procesamiento de la imagen incluye métodos que aseguran la remoción

de errores sistemáticos e imperfecciones, a la vez que utilizan técnicas para el mejoramiento de la imagen que permiten reforzar determinadas particularidades del blanco que aseguran su adquisición.

Como no todos los sensores se comportan en forma similar, se procura seleccionar el más adecuado en función de la banda del espectro que utiliza.

La elección correcta del sensor y su correspondiente sistema de procesamiento pueden llegar a reemplazar al ojo humano en la función de reconocimiento del blanco, recurriendo a patrones de reconocimiento que están referidos a la posición relativa del blanco respecto al VeNTri en función del perfil de vuelo que éste cumple.

Esto le permite al VeNTri fijar por sí mismo, por supuesto en función de un programa preestablecido, cual será la aproximación final y el ángulo de penetración.

El proceso de detección del blanco comienza con una búsqueda y comparación de imagen de la zona correspondiente al emplazamiento de aquél, una vez localizada, se va afinando la detección pasando a áreas cada vez más pequeñas hasta llegar al blanco en sí. Una vez detectado e identificado el blanco, se inicia el proceso de seguimiento mediante el homing sobre la imagen detallada.

La guía terminal

Como podemos deducir por lo visto hasta aquí, los aspectos particularmente importantes en el concepto del VeNTri de ataque al suelo son el de la navegación y el del lanzamiento de las armas, pues el proceso requiere de la máxima precisión.

Para su análisis, podemos dividir a los tipos de aproximación al blanco en:

1. Sin guiado terminal.
2. Con guiado terminal remoto.
3. Con guiado terminal autónomo, el cual puede ser activo, semiactivo o pasivo.

En una aproximación sin guiado terminal el vehículo será llevado al blanco mediante una navegación altamente precisa, y las armas serán lanzadas sin ninguna maniobra especial para la corrida.

Actualmente, se dispone de varios sistemas de navegación, que poseen la requerida precisión.

Dado que no hay identificación del blanco mediante sensores, el lanzamiento de las armas por este método no puede ser interferido por CME o contra

medidas ópticas.

El procedimiento parece ser razonable en costo y capaz de ser aplicado con los medios técnicos disponibles actualmente.

En una aproximación con guiado remoto la imagen que "ve" el VeNTri, se transmite en tiempo real a un piloto remoto, el cual por sí detecta el blanco, lo identifica y dirige el ataque. Este procedimiento permite que también se pueda atacar blancos móviles, tales como tanques.

Debido a las dificultades en detectar el blanco con la suficiente anticipación cuando el VeNTri vuela a bajo nivel y alta velocidad, agregado a las limitaciones de contar con anchos de banda adecuados para las transmisiones, particularmente en el caso de operaciones múltiples, y el lograr que los enlaces sean lo suficientemente inmunes a las interferencias, hacen que este método requiera de grandes esfuerzos para lograr su factibilidad.

Una aproximación con guiado terminal autónomo hace posible que los ataques sean más efectivos, es decir, con una mayor probabilidad de impacto.

Los blancos deben ser detectables por sus características de radiación, recurriendo a un sensor o combinación de sensores que las compararán con las correspondientes archivadas a bordo.

Las correcciones de rumbo se llevan a cabo automáticamente desde la adquisición autónoma del blanco hasta el lanzamiento de las armas.

Por el momento no parece adecuado que este método sea aplicable con un costo aceptable, excepto cuando son utilizados contra blancos de alta emisividad, sea ésta generada o reflejada por el blanco.

Como alternativa, en algunos casos se recurre a tecnologías ya desarrolladas para otros proyectos, por ejemplo la de la submunición para los MLRS, o a combinaciones, utilizando una guía inercia; en la trayectoria inicial y media, para pasar luego a un guiado terminal sofisticado, como por ejemplo el TERCOM (Terrain Contour Mapper).

LANZAMIENTO DE CARGAS DIVERSAS

Aún cuando ya fue considerado el lanzamiento de distintos elementos al tratar el caso de los VeNTri en operaciones de Ayudas a la Penetración y Ataque al Suelo, quedan algunas aplicaciones remanentes en este aspecto; una de ellas es el lanzamiento de sensores.

La mayoría de los ejércitos han desarrollado y poseen una gran variedad de sensores acústicos, sísmicos, inerciales, infrarrojos, químicos, etc.; lanzables manualmente, mediante artillería, cohetes o desde aeronaves, y que emplazados adecuadamente, proveen considerable información de inteligencia sobre la actividad del enemigo.

Muy a menudo estos sensores, que normalmente forman una red, requieren

de un emplazamiento preciso, y a una cierta profundidad en territorio enemigo, difícil de lograr por los métodos descriptos, o no realizable con la suficiente discreción.

En este aspecto los VeNTri pueden cumplir un papel muy importante, por un lado, dependiendo por supuesto de su sistema de navegación, pueden lograr un lanzamiento en lugares precisos, por otro, dadas sus características que los hacen difícilmente detectables, pueden realizar el lanzamiento en una forma bastante discreta, sin que el enemigo se percate de ello.

Desde ya el VeNTri no sirve para el lanzamiento de los sensores solamente, sino que emplazado en una órbita y altura adecuadas, puede actuar como retransmisor de lo captado por esos sensores, y así encaminar la información hacia los usuarios interesados, en tiempo real.

Un procedimiento similar se puede aplicar para el lanzamiento de balizas de radiofrecuencia o marcadores infrarrojos, fumígenos, etc., que permiten la orientación o el marcado de blancos tanto para los aviones de ataque al suelo como para la artillería de campaña.

Otro uso posible es para operaciones psicológicas mediante el lanzamiento de panfletos; por ejemplo. Actividades de este tipo fueron llevadas a cabo durante la guerra de Vietnam con el programa LITTERBUG, recurriendo al AQM-34 en su versión M, que aún cuando estaba destinada al reconocimiento a baja cota, disponía de posibilidades para transportar cargas eyectables, tales como los panfletos.

En esa guerra y para el lanzamiento de sensores se utilizó el mismo AQM-34 en su versión U bajo el programa IGLOO WHITE.

Existe un factor a tener en cuenta para los lanzamientos, y es la variación del centro de gravedad, con sus consecuencias para el vuelo, por eso el compartimiento utilizado para el transporte de los eyectables, normalmente está ubicado coincidentemente con el centro de gravedad.

En el caso del Aquila por ejemplo, se aprovecha el compartimiento del paracaídas de recuperación, logrando así que el lanzamiento no afecte alas características de estabilidad y control del modelo.

PROVOCACIÓN DE LAS DEFENSAS

La provocación de las defensas es una tarea necesaria incluso en época de paz, ya que a veces es la única forma de lograr activar los sistemas de armas, y así lograr información que es de incalculable valor, pues permite determinar el orden de batalla enemigo y mostrar la naturaleza, ubicación, fortalezas y debilidades de los sistemas de armas.

En el campo de batalla la provocación también es necesaria, para obligar al enemigo a mantener activados sus sistemas el tiempo suficiente como para que se

pueda actuar sobre ellos.

El ejemplo más típico de esta aplicación la dieron los israelíes en la batalla del valle de la Bekaa, en donde recurrieron a VeNTri señuelos, para tentar a las baterías antiaéreas sirias y así asegurar que sus radares permanecieran emitiendo (ocupados en los VeNTri) el tiempo suficiente como para que fueran adquiridas y destruidas por los misiles antirradiación Wolf.

Si esto fuera realizado por aviones tripulados, implicaría un altísimo riesgo, y en época de paz puede derivar en trastornos políticos, cosa que no sucede con un VeNTri, pues no lleva a bordo a un ciudadano del país incursor.

RETRANSMISOR DE COMUNICACIONES

Si discriminamos del siguiente análisis a las que se efectúan vía satélite, vemos que en el área de las comunicaciones, aquellas realizadas en bandas de VHF y superiores se hallan limitadas en cuanto al alcance, por su propagación dentro de la línea de vista (electromagnética) (LOS).

Esto se traduce en una gran limitación operativa, pues los corresponsales deben constreñir su libertad de desplazamiento a esa distancia, como alternativa recurrir al HF con su consiguiente indiscreción, o aceptar la falta de comunicación, cosa ésta inadmisibles cuando se pretende el Comando y Control sobre los medios.

La solución, como resulta lógico deducir, consiste en aumentar el alcance de los equipos incrementando la altura de sus antenas, o a! menos de una de ellas.

Pero a veces, la posición relativa dentro del ambiente que rodea a los corresponsales, o la distancia entre ellos, son de características tales que impiden que pueda adoptarse esta solución, normalmente debido a las alturas requeridas y que implican una infraestructura especial, o pérdidas por la atenuación de la bajada que son inaceptables.

Otra posibilidad consiste en colocar un equipo retransmisor entre los corresponsales, procurando su emplazamiento en un lugar elevado.

Pero uno de los problemas que se enfrenta en el campo de batalla es que los corresponsales (o la mayoría de ellos), poseen y requieren de gran movilidad para cumplir sus objetivos, esto lleva a que el equipo retransmisor debe poseer similar movilidad, y que pueda ser desplazado en forma rápida a posiciones adecuadas según evoluciona el combate.

Esto no siempre es posible lograrlo con el equipo retransmisor terrestre que hasta ahora estamos considerando, ya que las características del terreno donde se realiza la operación puede constreñir su movilidad.

Por eso se recurre a plataformas aéreas, las que pueden ser:

- Avión,

- Globo cautivo,
- VeNTri.

El avión dispone de una gran movilidad y un techo de servicio que permite extender notablemente el alcance de los equipos, pero se haya limitado por su autonomía y las condiciones de tiempo adverso, lo que lo hace sólo apto para operaciones puntuales, durante cierta cantidad de horas y con tiempo adecuado.

Las operaciones que llevan a cabo las fuerzas de superficie en el frente de combate requieren un enlace permanente las 24 horas del día y sin importar las condiciones climáticas.

Esto limita la aceptabilidad del avión como plataforma para el equipo retransmisor, ya que:

1. Demanda un esfuerzo excesivo el mantener en forma permanente las 24 horas, aviones con capacidad de retransmisores. amén de que son dedicados exclusivamente a esta tarea.
2. No se puede contar con ellos en condiciones de tiempo adverso en sus aeródromos de recuperación.
3. Por las características que debe cumplir su patrón de vuelo, resulta blanco fácil para las armas de defensa aérea enemigas emplazadas en el frente de combate.

La alternativa económica es el globo cautivo, plataforma ésta disponible en el mercado internacional y que incluso es ofertada como reemplazo de satélites para uso en áreas pequeñas.

Su limitación para el empleo militar estriba en que en determinadas circunstancias el usuario se encontrará ante la inaccesibilidad al lugar de emplazamiento adecuado, sea por las características del terreno, sea por su proximidad al frente de combate.

Esto indica, que se requiere disponer de una plataforma de características similares, pero que no esté constreñida por su cautividad a la vertical del usuario, lo que presenta a los VeNTri como solución.

Asumiendo como satisfechas las necesidades de capacidad de carga útil, energía disponible, compatibilidad electromagnética de los equipos, etc., la plataforma, según la magnitud del área en que operará el usuario, podrá ser un VeNTri del tipo de alas fijas o uno de rotores contrarrotativos, con características de lanzamiento, recuperación, altitud de vuelo y autonomía que sean función del empleo que se le dará, teniendo particularmente en cuenta la vulnerabilidad tanto física como electromagnética, y la posibilidad de convertirla en forma indirecta en

fuerza de información para el enemigo.

Para aquellos enlaces que cubren grandes distancias, normalmente se recurrirá al de alas fijas, mientras que el de palas contrarrotativas, por su sencillez de operación pero baja cota de vuelo, resulta apto para las comunicaciones entre unidades próximas, situación que se dará en las proximidades del frente de combate.

Iguales características reviste el caso de los equipos para las comunicaciones más allá del horizonte entre barcos, debiendo los VeNTri ser fáciles de lanzar y recuperar dadas las limitaciones de espacio para operar desde barcos.

La aplicación de estos vehículos como retransmisores de comunicaciones, no se limita al área militar en situaciones de guerra, ya que en el área civil son aptos para ser utilizados como retransmisores en situaciones de emergencia, tanto en las frecuencias de onda corta y media como para TV.

Asimismo resultan muy útiles para hacer estudios de medición de las fuerzas del campo de radiación, y así localizar los emplazamientos óptimos para transmisores o retransmisores que luego quedarán fijos, sin necesidad de verse obligados a costosos trabajos de infraestructura que, respondiendo a cálculos teóricos, muestran sus debilidades de cobertura de señal recién cuando entran en operación.

DETECCIÓN DE ÁREAS QBN

Para un Comandante terrestre que está previendo un avance de sus tropas, además de querer conocer con el mayor grado de detalle posible la situación que va a enfrentar, también desea saber las condiciones del ambiente en que penetrará, esto último lógicamente bajo el aspecto QBN.

Sin ser necesario arriesgar a una patrulla ni esperar su regreso, se puede lograr esta información, basta con disponer de VeNTri que posean los sensores adecuados, capaces de detectar vapores químicos, discriminar los elementos biológicos peligrosos y medir las cantidades y límites de contaminación radiológica, y que sobrevuele la zona, que se supone puede estar contaminada por esos elementos, realizando un relevamiento que grafique el estado de esa área.

Esto se puede hacer mediante el sembrado de sensores y la retransmisión de los datos desde el VeNTri, o ser éste mismo el que esté equipado con los sensores, de forma que al sobrevolar a baja cota y en forma de rastrillado la zona, vaya retransmitiendo la información obtenida.

Previendo incluso que los sensores activen en forma inmediata y automática las alarmas correspondientes, cuando aquellos son del tipo sembrados, la propia tropa que avanza puede ir localizando las áreas peligrosas.

OPERACIONES PSICOLÓGICAS

Recientemente mencionamos el lanzamiento de panfletos, otra posibilidad del uso de los VeNTri en operaciones psicológicas es la adición de altoparlantes, etc.

En realidad, ésta es un área que queda completamente librada a la imaginación del usuario, vaya como ejemplo el agregado que hicieron los alemanes de una sirena a sus aviones Stuka, logrando con ella mayor efecto sobre la población inglesa que con el propio armamento del avión.

OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Si bien este es un tema prácticamente solucionado con el empleo de satélites, a veces se requiere información en tiempo real y detallada de una determinada área, especialmente cuando se utilizan armas que dependen de sensores electroópticos para su empleo, pues resultaría injustificable el organizar toda una operación hasta un área remota del campo de batalla y tener que abortarla en su etapa final, luego del riesgo soportado por las armas que efectuaron la penetración, debido a que las pobres condiciones de visibilidad del lugar impiden el uso de las armas de guiado electroóptico del que están dotadas las plataformas aéreas.

No es necesario aclarar aquí que el inventario internacional de armamentos cada vez es más abundante en este tipo de guiado.

Por eso, una forma de asegurar el éxito de esas misiones es logrando información sobre la meteorología reinante en el área de lanzamiento de las armas justo antes de la realización de la misión, e incluso durante su ejecución.

Esto se logra en forma muy efectiva recurriendo a los VeNTri, los que además, permiten a los Comandantes de las unidades terrestres disponer de la necesaria información meteorológica en tiempo real para el mejor planeamiento de sus operaciones.

MULTIMISIÓN

Una vez que se dispone de una plataforma con características adecuadas, resulta práctico, y sobre todo económico, poderla utilizar para el cumplimiento de distintos tipos de misiones.

Esto es sencillo de llevar a cabo, ya que salvo misiones de características muy especiales, la mayoría requieren de condiciones de vuelo, navegación, guía y enlaces similares, lo que permite que con sólo cambiar la carga útil se cambie el tipo de operación.

Ya los BGM-34C sirvieron como base para la evaluación extensiva de este

concepto, utilizando un único vehículo modular con secciones de la trompa intercambiables para realizar tres tipos de misiones: guerra electrónica, lanzamiento de armas y reconocimiento.

Otro ejemplo práctico lo constituyó el TAREWS, un vehículo táctico de alta velocidad subsónica para el reconocimiento aéreo y la guerra electrónica, como su nombre lo indica (Tactical Air Reconnaissance And Electronic Warfare Support), que vuela a alturas medias y bajas para realizar misiones de apoyo, sean de reconocimiento o de guerra electrónica, a los aviones tripulados.

Básicamente el concepto del TAREWS es el que expresamos al principio, ya que está diseñado para aceptar módulos autocontenidos de misiones específicas, que requieren sólo alimentación y comandos de la plataforma, con lo que resulta simple la reconfiguración para una u otra misión.

Los desarrollos actuales permiten que incluso la aviónica sea concebida como un sistema modular, con lo que se puede elegir el paquete "aviónica" que resulta más adecuado para cada misión.

Otra capacidad que se está adquiriendo actualmente gracias a la miniaturización que permite la tecnología, es la de disponer en un mismo vehículo y simultáneamente de cargas útiles distintas, para cumplir diferentes tareas durante el transcurso de una misma misión.

PRUEBA DE TÁCTICAS Y MANIOBRAS AÉREAS

Aún cuando algunos entusiastas avizoran a los VeNTri formando parte de las unidades de caza interceptora, el área del combate aire-aire es, al menos hasta ahora, exclusiva de los aviones tripulados.

Pero existen formas en que estos vehículos pueden aportar sus posibilidades; una de ellas es utilizándolos para la prueba de nuevas tácticas y técnicas de combate y de evasión de misiles.

Ya en 1971, y aún cuando los VeNTri no tienen capacidad para perseguir y atacar aviones, se utilizó un AQM-34 para un ejercicio de combate contra un F-4; en el mismo, y gracias a su mayor capacidad de maniobra (en G que puede soportar) el vehículo esquivó dos misiles disparados por el avión, y se colocó en posición de disparo sobre el blanco simulado de este último.

Esto abre la posibilidad de utilizar a los VeNTri como banco de pruebas para realizar ejercicios aire-aire reales contra ingenios sumamente maniobrables, logrando determinar los mejores procedimientos tanto para el ataque como para la evasión de misiles, uso de CME, etc.

Un ejemplo cotidiano está dado por las series QF de aviones reales modificados a VeNTri.

Esta posibilidad de realizar vehículos específicos para el combate aire-aire permite su desarrollo de forma que simulen realmente las performances de los

aviones amenazas a enfrentar.

Igualmente, pueden ser empleados para poner a punto tácticas y procedimientos tanto para la evasión de misiles superficie-aire como para penetración de defensas.

Una derivación de ese concepto es su aplicación para el ataque a misiles de crucero y aviones en vuelo rasante, requiriendo para ello, además de la aviónica adecuada, poder ser emplazados en estación en los corredores de aproximación de aquellos, ofreciendo con ello un adecuado tiempo de reacción para ese tipo de amenaza sin exigir el esfuerzo equivalente a aviones tripulados.

USO CONTRA MISILES BALÍSTICOS

La posibilidad de uso en el combate aire-aire ha derivado en un desarrollo de aspiraciones superiores, el de los MV.

Un proyecto que actualmente se está llevando a cabo y que recurre al uso de VeNTri para detectar, interceptar y destruir satélites en órbitas bajas, así como vehículos de reentrada.

Estos ingenios cuentan a bordo, con adecuados sensores y sistemas de procesamiento, que permiten su guiado hasta colocarlos en la trayectoria del móvil a destruir, logrando esto por simple colisión.

ANTISUBMARINO

Es el resultado de un requerimiento de la Armada de EE.UU. para desarrollar un helicóptero remotamente pilotado (Drone Antisubmarine helicopter), con capacidad para llevar a cabo operaciones contra submarinos, dotándolo para ello de todo lo necesario para el lanzamiento de torpedos.

BLANCO

Un área que desde hace mucho presenta un uso intensivo ha sido la de los blancos aéreos, para prácticas aire-aire y superficie-aire, ya sea para la prueba de nuevos sistemas de armas o para propósitos de adiestramiento de los pilotos de combate y los operadores de las armas antiaéreas.

A veces resulta difícil aceptar a los medios de adiestramiento como parte componente de un sistema de armas, pero si no se los incluye, se los define durante la fase de desarrollo del sistema de armas, y se dispone de ellos cuando aquél entra en operación, la capacidad operativa total se vería resentida.

En los últimos años se ha expandido el uso de simuladores, pero éstos no satisfacen el adiestramiento avanzado, y menos pueden reproducir el entorno del tiro real.

Este suele hacerse mediante blancos o mangas remolcadas por aviones, pero cuando se emplean misiles, el ejercicio resulta peligroso para el avión de remolque, siendo conveniente recurrir a otra alternativa, surgiendo así el uso del VeNTri como blanco.

Otra situación que lleva a su empleo, es la de ejercitaciones navales en alta mar, lejos de los aeródromos de donde pueden operar los aviones de remolque, pero que no limita en absoluto el lanzamiento de blancos desde rampas instaladas en los buques, y su posterior recuperación por paracaídas.

Pero sin duda, la mayor aplicación del blanco no tripulado, tiene lugar cuando se requiere el ensayo de prototipos o pruebas de aceptación de nuevos sistemas de armas, ya que muchas de las pruebas de estos desarrollos requieren de blancos con características reales, lo que es posible sólo recurriendo a los VeNTri blancos, los únicos aptos para realizar ejercitaciones y pruebas con munición real sin incurrir en riesgos innecesarios.

Para que los blancos cumplan su cometido, deben satisfacer los siguientes requerimientos básicos:

1. Simulación realista del perfil de vuelo y velocidad del avión atacante.
2. Simulación realista de la reflectividad (eco) radar, radiación IR y aspecto visual.
3. Disponer de dispositivos adecuados para el registro de impactos.

Al considerar el tamaño del blanco existen dos requerimientos que son contradictorios; por un lado debe ser tan pequeño como sea posible para reducir la probabilidad de un impacto directo (función de los costos), que imponen un vehículo con alta probabilidad de supervivencia y recuperable, mientras que por otro, debe asemejarse desde el punto de vista óptico, radar e IR al avión real al que trata de imitar.

Su visibilidad para los sistemas de adquisición ópticos, puede mejorarse mediante el uso de cartuchos de humo; igualmente, para su captación y seguimiento por radar, el eco es reforzado, ya sea en forma pasiva (normalmente mediante pinturas reflectivas, triedros o lentes luneberg), o en forma activa utilizando repetidores con amplificadores, los que permiten regular el "eco" devuelto por el blanco para que simule el avión deseado.

Igualmente, para su adquisición por armas IR recurre al empleo de flares.

Su aviónica se completa con los equipos normales para indicación y conteo de impactos; respecto a éstos, sólo se debe tener en cuenta que los indicadores que

trabajan en el principio acústico pueden ser usados para velocidades del blanco inferiores a Mach 0,6 aproximadamente, pero para velocidades superiores se debe recurrir a indicadores basados en sistemas radar o electroópticos.

A veces, para satisfacer las exigencias, se recurre a la modificación de aviones reales en VeNTri. Esta alternativa no resulta por supuesto económica, excepto para países como EE.UU. con grandes cantidades de aviones desprogramados.

Esta técnica ya había sido aplicada en Alemania antes de 1945, y tiene la virtud de que el VeNTri no sólo conserva, sino que mejora las capacidades de maniobra del avión original, debido a la diferencia de peso que implica el equipamiento para el piloto y a la posibilidad de mayores G.

Lo hasta aquí expresado ha llevado al desarrollo de blancos con distintos grados de complejidad, lo que ha dado por resultado un enorme espectro de VeNTri con características completamente disímiles, pero que no obstante son clasificados dentro de la categoría de blancos.

Es así que van desde simples aeromodelos operados por radio control dentro del alcance visual del operador, hasta modelos específicamente desarrollados como blancos capaces de volar a Mach 4 y a 100.00 pies (HAST), pasando por aquellos que son simples misiles modificados (Vandal), y, como ya mencionamos, verdaderos aviones reales adaptados al control remoto (QF-100).

Esta gran variedad obedece a que en general, los blancos son desarrollados para simular amenazas específicas para determinado tipo de armas.

Lo que todos tienen en común es que sus desarrollos tienden a la reducción de costos, recurriendo al uso intensivo de materiales compuestos y microelectrónica de avanzada, y procuran aumentar la relación carga útil/peso total. Por ejemplo el NV-144 que desarrolla Northrop cuesta un tercio del valor del BQM-34 al que probablemente reemplazará.

En procura de realizar una clasificación muy general de los distintos tipos de VeNTri utilizados como blancos podemos considerar aquellos:

1. Tipo Aeromodelo: Usados para tiro óptico de armas de pequeño calibre o misiles de guiado óptico. Es de los VeNTri más simples, ya que no es necesario que posea una estabilidad crítica, y su sistema de control puede llegar a ser casi tan simple como el de un aeromodelo, pues el vehículo permanece en todo momento dentro del alcance visual de un operador.
2. Balísticos: Desarrollados específicamente o derivados de misiles (BATS), tienen un vuelo muy corto y de trayectoria balística, su velocidad, alcance y altura de vuelo son regulados por la cantidad de cohetes impulsores utilizados, la forma de las toberas y el ángulo de la rampa de lanzamiento. Desde ya, carecen absolutamente de control de guiado.

3. Que mantienen determinada velocidad, altura y rumbo: Son de construcción completamente sencilla, como el Flatbat, que es impulsado por 4 a 7 cohetes FFAR, posee un pequeño autopiloto que le permite luego de lanzado en determinada dirección, alcanzar una altitud y velocidad que mantiene durante todo el vuelo.
4. Que imitan aviones o misiles incursores a alta cota: Diseñados en forma específica desde el punto de vista aerodinámico y con gran capacidad de control para hacerlo completamente maniobrable tanto vertical como horizontalmente, a fin de imitar plenamente a su contraparte real, como por ejemplo el AQM-37, que vuela a velocidades de 0,4 a 3 M y niveles hasta 80.000 pies, o el HAST que llega a 4 M y 100.000 pies. Para ser aún más realistas, los blancos que imitan a incursores reales suelen estar equipados con emisores de CME, lanzadores de chaff, fiars, etc.
5. Que simulan incursores a baja cota: Normalmente dotados de un buen sistema (radar altímetro) para regular su altura de vuelo, que oscila entre 10 y 20 metros sobre agua y 30 a 50 metros sobre tierra, como es el caso de los Firebee I (subsónico) y II (supersónico).
6. Que imitan a misiles antibuque: Desarrollados específicamente para ello, como el Firebrand, o surgiendo de las modificaciones de misiles verdaderos, como el Vandal, que es un TALOS con algunas modificaciones aerodinámicas y al que se le ha agregado la aviónica necesaria para su comportamiento como blanco guiado.
7. Que simulan helicópteros: Para satisfacer las necesidades de las armas de Ejército han sido desarrollados blancos que imitan helicópteros, en especial al MI-24 Hind;D. Algunos son helicópteros reales modificados, como el H-ST de Hughes, mientras que otros son reproducciones a escala, como el Hind de Teledyne Ryan.
8. Blancos terrestres y navales: Aún cuando el auge en el área de blancos se refiere a los aéreos, existen estudios y desarrollos en el aspecto terrestre, como el Spyder, o naval de superficie, como el Seaflash.
9. Capacidad de remolcar blancos: Algunos de los VeNTri empleados, además de actuar como blancos ellos mismos, tienen capacidad para remolcar 1 ó 2 blancos, en la misma forma y con las mismas técnicas y procedimientos que se emplean cuando el que remolca es un avión tripulado.

REEMPLAZO DE AVIONES PARA DESARROLLO DE PROTOTIPOS

En el pasado, si los diseñadores ideaban algún nuevo avión y querían verificar si éste podía dar buenos resultados, tenían que depender de cálculos efectuados con una computadora y de pruebas realizadas en un túnel de viento, o tenían que construir un prototipo a escala completa y hacerlo volar.

El primer método casi nunca proporciona toda la evidencia necesaria para convencer a todo el mundo (especialmente a los pilotos), de que un tipo de avión en particular está listo para volar.

Asimismo, la construcción de un prototipo para que un piloto pueda volarlo y someterlo a las pruebas que se requieran resulta sumamente costoso y requiere mucho tiempo. Por eso un prototipo sin piloto puede proporcionar las respuestas que se necesitan sin tener que gastar ni tiempo ni gran cantidad de dinero.

Con ellos se puede reducir el tiempo que transcurre entre una idea en un tablero de dibujo y las pruebas en vuelo. Los diseñadores pueden ver sus ideas volando mucho antes, y las fábricas pueden hacer demostraciones de nuevos conceptos a fin de verificar los resultados y determinar si vale la pena proseguir con algún proyecto.

Utilizando estos vehículos puede notarse si hay problemas antes de invertir grandes cantidades de dinero, y sobre todo, algunas de las ideas más arriesgadas pueden probarse sin poner en peligro la vida de un piloto, resultando mucho más fácil efectuar y probar las modificaciones.

Por ejemplo, se sabe que las alas de los aviones es conveniente que tengan un espesor mínimo para reducir su peso y conservar energía, sin embargo, las alas delgadas sufren deformaciones excesivas a altas velocidades, lo que se conoce como vibraciones; experimentando con un AQM-34 Firebee la solución fue relativamente simple, recurriéndose al aditamento de dispositivos en el borde de fuga de las alas del VeNTri se logró eliminar esas vibraciones, y lógicamente, luego fue fácil aplicar el resultado a aviones reales.

Como vemos, este nuevo método de probar nuevos conceptos aerodinámicos resulta relativamente sencillo y de bajo costo.

También existe interés en lograr métodos que permitan a los aviones volar con mayor velocidad y en forma más económica, sin producir ese molesto ruido sónico que ha limitado el uso del Concorde.

Una interesante posibilidad es el avión de alas oblicuas; estas alas son de poco espesor y requerirán menos fuerza para los despegues, aterrizajes y sobrevuelos en las proximidades de los aeropuertos.

Para vuelos a alta velocidad (aproximadamente 1 M) las alas pivotan hacia arriba en un ángulo de 60°, haciéndole creer a las alas que están volando a una velocidad menor, donde la resistencia al avance es inferior, la economía de

combustible es mayor, y no se produce ningún ruido sónico.

Como el concepto de las alas giratorias es bastante radical, resultaba peligroso y bastante caro realizar el primer intento con un prototipo tripulado, por lo tanto se recurrió a la versión VeNTri, la que fue volada antes de que la versión real fuera probada.

El vehículo era un modelo de 408 kg y 7,62 m de largo, hecho esencialmente de fibra de vidrio y resina epóxica, y dotado de un motor de 90 HP enfriado por aire y que movía una hélice propulsora carenada.

Aunque el avión real viajará a velocidades de hasta 750 kts, velocidad ésta no alcanzada por el VeNTri, se pudo averiguar lo esencial sobre lo práctico de las alas oblicuas haciendo volar al modelo a velocidades inferiores a los 100 kts.

Sobre la base del éxito logrado con el VeNTri, ahora se desarrolla un prototipo tripulado.

Un serio problema a resolver es el de los futuros aviones de combate, los que tendrán que ser mucho más maniobrables para soportar las exigencias del combate de la próxima década, y, a la vez, probar nuevos materiales, controles de vuelo y aerodinámicas, con los cuales hacer frente a las nuevas amenazas aéreas.

Para esto ha sido desarrollado el HiMAT (Highly Maneuvrable Aircraft Technology), VeNTri supersónico concebido por NASA y llevado a cabo por Rockwell International con la colaboración de Teledyne Ryan en el área aviónica y control remoto, que permitirá la realización de maniobras con factores de carga de más de 8 G a velocidades supersónicas.

Al estar fabricado en forma modular, el HiMAT permite que sus distintas partes componentes sean desmontadas, modificadas y reinstaladas a fin de probar diferentes materiales estructurales y formas aerodinámicas.

El modelo está realizado a mitad de escala de un avión de combate real y pesa 1.400 kg, siendo impulsado por la turbina empleada en el T-38.

Para las pruebas es trasladado bajo el ala de un avión nodriza B-52 hasta alturas de 45.000 pies, donde es liberado y comandado en vuelos de hasta 4 horas.

A diferencia de la mayoría de los VeNTri clásicos, su control remoto es efectuado mediante la palanca de comando, pedales y acelerador de un avión convencional, siendo sometido a todo tipo de maniobras para estudiar las mejores características aerodinámicas que responden a las mismas.

Al finalizar el vuelo, su recuperación se efectúa mediante aterrizaje sobre esquíes.

Como vimos, lo más práctico para las pruebas es llevar los modelos debajo de aviones de tamaño mayor, una vez que se alcanza una altura adecuada se deja caer al VeNTri para que efectúe su vuelo de prueba y luego se recupera, el método empleado por el HiMAT es el más complejo, lo más sencillo es recuperarlo mediante paracaídas.

Para aquellos prototipos ya desarrollados, las pruebas de pérdidas de sustentación y de barrena constituyen los requisitos más peligrosos y exigentes para

un nuevo diseño, pero son parte necesaria de la verificación de la mayoría de los nuevos aviones, como es el caso del F-15.

Cuando llegó el momento de comprobar las características de pérdida de sustentación de este avión, el Centro de Investigaciones utilizó un modelo a 3/8 de escala.

Transportado también por un B-52, el modelo del F-15 se dejó caer y un piloto desde tierra le hizo realizar todas las maniobras necesarias previamente programadas.

También las grandes fábricas recurren a los VeNTri como medio para el desarrollo de nuevos aviones o conceptos, tal el caso de Grumman con su diseño 698-411 (tilt nacelle) conocido en su versión VeNTri como Nutcracker.

Gracias a ello, la empresa ha podido probar ciertos conceptos que probablemente nunca hubiera concretado si tuviera que utilizar aviones tripulados de tamaño normal, ya que es una idea bastante radical.

En este aparato de despegue y aterrizaje vertical, el fuselaje está abisagrado en un punto medio del avión, de manera que la sección de cola, que incluye el motor, pueda doblarse hacia abajo.

En esa posición el empuje del motor permite que el aparato efectúe vuelos verticales y permanezca estático en el aire también en un plano vertical.

Todo indica que el uso de los VeNTri es una de las soluciones ideales para las pruebas de nuevos desarrollos, aunque en ningún momento pueden reemplazar definitivamente al prototipo tripulado previo a la producción en serie.

BÚSQUEDA Y SALVAMENTO

Las actividades de búsqueda y salvamento en territorio enemigo son operaciones de altísimo riesgo y difíciles de realizar durante la plena ejecución de los combates, por eso existen propuestas para el empleo de VeNTri como apoyo para los supervivientes hasta tanto se pueda realizar la operación de rescate.

Por supuesto, esto también es válido para las actividades civiles cuando el lugar de rescate resulta inaccesible.

Estos vehículos, que incluso pueden ser mantenidos en vuelo dentro del área de operaciones y durante la ejecución de misiones, pueden disponer de capacidad para hacer el homing automáticamente sobre la señal de emergencia, y así la posición final del vehículo indicará a su operador la ubicación precisa de los sobrevivientes.

Asimismo, según haya sido concebido el vehículo, puede tener capacidad para el lanzamiento de víveres y medios con los que los sobrevivientes pueden soportar su situación hasta tanto sea factible su rescate.

USO CIVIL

Las posibilidades de uso de los VeNTri en el ámbito civil son amplísimas, ya que estos vehículos pueden ser aplicados por ejemplo a todas aquellas tareas de vigilancia en las que se requiere que la plataforma sea elevada para aumentar el campo de visión del operador, y que en la actualidad suele efectuarse recurriendo a torres o helicópteros. En el caso de estos últimos, el empleo del VeNTri significa un ahorro sustancial en el presupuesto invertido tanto en la adquisición como en la operación de las plataformas.

Entre los posibles usos se suele citar:

1. El control del tránsito en áreas de normal congestionamiento, autopistas, lugares de accidentes, etc., brindando un panorama que permite la redistribución del tránsito.
2. Control de zonas forestales en prevención de fuegos, recurriendo a varios VeNTri del tipo del Miniblimp, cuyas imágenes son transmitidas hacia e integradas en un centro de control.
3. Control de áreas en donde se producen desastres naturales, inundaciones, terremotos, etc., con la ventaja que significa poder monitorar la zona durante las 24 horas desde un lugar (el centro de control de desastres) que dispone de todas las facilidades de comunicaciones necesarias.
4. Búsqueda de montañistas, mochileros, u otras personas extraviadas o accidentadas en lugares de difícil acceso inmediato o riesgoso por otros medios, lanzamiento de elementos de supervivencia y supervisión del rescate.
5. Vigilancia de puertos, sus entradas, estrechos, canales y ríos para el control del tráfico marítimo y prevención de accidentes tales como los choques o encallamiento de petroleros (con el desastre ecológico consecuente).
6. Patrullaje de líneas de alta tensión, oleoductos, etc. especialmente en zonas no habitadas o inhóspitas en donde, aún cuando el control se puede hacer en aviones tripulados, en caso de que éstos se accidenten en ese lugar, la probabilidad de supervivencia de la tripulación y el tiempo disponible para su rescate son escasos.
7. Supervisión de áreas extensas de riquezas naturales, tanto forestales como animales.

8. Control de polución en zonas pobladas o en los lugares de funcionamiento de plantas de energía, especialmente las atómicas, en donde, en caso de requerirse ante una emergencia la exposición de sensores a la radiación, eso no implica la exposición de seres humanos.
9. Control del mar económico para la detección de pesqueros ilícitos.
10. Vigilancia de fronteras, empleados tanto por las autoridades de migraciones para evitar el ingreso ilegal, como por aduana evitando el movimiento de contrabando, y, en caso de detectarlo, poder registrarlo documentalmente y dirigir las operaciones de secuestro sin dar oportunidad a los implicados de esconder o destruir el contrabando para evitar que sea utilizado como prueba.
11. Plataformas de TV para aquellos eventos (especialmente los deportivos) en donde resulta ideal lograr imágenes panorámicas tomadas desde lo alto, con la ventaja de que la información de video puede ser transmitida tanto a la estación móvil que controla al VeNTri, como directamente a la televisora si ésta se encuentra dentro del LOS de la plataforma.
12. Retransmisor de comunicaciones en reemplazo eventual de aquellas estaciones de la red normal que quedan fuera de servicio o son destruidas en caso de desastre. Igualmente, orbitando sobre una zona afectada, permite enlazar entre sí a las patrullas, centros de emergencia, autoridades de defensa civil, etc.
13. Siendo uno de los mayores desarrollos en el campo militar la toma de fotografías mediante VeNTri, es simple derivar esta capacidad para su empleo civil.

Consideremos a continuación algunos de los desarrollos ya encarados en esta área:

El Mini Sniffer es uno de los proyectos orientados hacia el área civil, dedicado en especial al control de la contaminación, volaría a cotas superiores a los 100.000 pies; el hecho de que esto obligará a utilizar un motor de hidrazina abrió la posibilidad de emplearlo como vehículo de reconocimiento para volar en la atmósfera de Marte, que tiene una densidad equivalente al 1 % de la terrestre.

El HAAP es otro ejemplo, desarrollado para control de la evolución de las cosechas y diseñado para mantenerse en vuelo a muy altas cotas por casi un año, se ha previsto su entrada en operación para 1993.

Otro equivalente es el HALE (Spirit) con una autonomía de 80 hs.

El Mini Blimp en cambio es un concepto mucho más modesto y posiblemente de mayor aplicación. Es la realización de un VeNTri más liviano que el aire, y que consiste en un minidirigible equipado con cámaras de TV y dispositivos de exploración IR, capaz de permanecer en vuelo libre estacionario sobre una determinada área por lapsos de 24 hs.

Una plataforma cautiva (tipo Kiebitz) podría permanecer en operación por meses, ya que la energía para funcionamiento de sus motores y alimentación de los equipos electrónicos llegaría hasta ella a través de los cables de amarre. En la práctica ya existe este concepto, aunque es mucho mayor y no ha sido catalogado como VeNTri; es el Skyhook, consistente en un radar de vigilancia montado en la barquilla de un dirigible cautivo, el primero de los cuales fue instalado en Key West, Florida.

Por supuesto, existen limitaciones para el uso de los VeNTri en el campo civil, el principal de ellos es por lógica el costo, no tanto de los vehículos como de la estación de control y la infraestructura necesaria para apoyar las operaciones.

Una forma de bajar los costos de infraestructura y por lo tanto incentivar el empleo civil de los VeNTri, es recurrir para la operación normal de época de paz a la infraestructura militar, preparada para los momentos de conflicto, con el sólo requisito a satisfacer de que ambas sean compatibles.

El otro aspecto a considerar es operativo, lograr la integración de todos estos vehículos y plataformas dentro del ya complejo tránsito aéreo, en especial en las zonas próximas a los centros poblados.

No obstante, se puede apreciar que, adecuadamente implementados los sistemas y los servicios que prestarían, el saldo, por comparación con los métodos actualmente aplicados, resultaría favorable.

INDICE

INTRODUCCIÓN	3
I - COMPARACION CON LOS VEHICULOS TRIPULADOS	7
¿QUE SUCEDE AL DEJAR EN TIERRA AL PILOTO?	9
INFLUENCIA DEL COSTO	10
II - TIPOS Y CONFORMACION	14
TIPOS DE VeNTri	14
CONFORMACIÓN DE UN VeNTri TÍPICO	16
III - PLATAFORMA (vehículo)	18
FORMA DE LOS VEHICULOS	18
MATERIAL DE CONSTRUCCION	20
VULNERABILIDAD	21
IV - GUIADO Y CONTROL	22
ESTABILIDAD Y MANIOBRA	23
POSICIÓN	25
GUIA	28
ENLACE	31
REGRESO AUTÓNOMO AL ATERRIZAJE	33
RESTO DE LA AVIONICA	33
TRANSFORMACIÓN DE AVIONES EN VeNTri	34
ESTACIÓN DE CONTROL	35
CONTROL MÚLTIPLE SIMULTÁNEO	37
LANZAMIENTO Y RECUPERACIÓN	38
LANZAMIENTO	38
Por decolaje convencional	39
Con catapulta hidráulica o neumática y riel de guía	39
Lanzador de largo cero	40
Lanzamiento desde contenedor con booster	40

Lanzamiento desde camión	41
Lanzamiento desde cuna con ruedas (Dolly)	41
Lanzamiento desde plataformas aéreas nodrizas	41
Lanzamiento desde pod	42
Lanzamiento mediante cohete balístico	42
Lanzamiento de vehículos con rotor tipo helicóptero	42
RECUPERACIÓN	43
Recuperación con tren de aterrizaje convencional	43
Aterrizaje sobre esquís	44
Recuperación mediante red	44
Recuperación utilizando paracaídas	47
Recuperación por helicóptero	49
VI - TIPOS DE MISIONES	51
GENERALIDADES	51
USO EN RECONOCIMIENTO	53
Generalidades	53
Sus posibles usos	56
Equipos utilizados	58
SENSORES ÓPTICOS	58
Fotografía	58
Televisión/Video	59
L ³ TV - TV de bajo nivel de iluminación - Low Light Level TV	60
SENSORES INFRAROJOS	61
Equipos de imagen térmica	62
Equipos de barrido lineal - IR Line Scan (IRLS)	62
FLIR - Visión frontal por IR - Forward Looking IR	63
SENSORES RADÁRICOS	64
MTI - Movil Target Indicator - Indicador de blancos móviles	64
SLAR - Side Looking Airborne Radar - Radar de Observación Lateral	64
SENSORES LASÉRICOS	66
LLS - Laser Line Scan - Barredor Lineal por Láser	66
LTI/LTD - Laser Target Illuminator/Laser Target Designator - Iluminador/designador láserico	66
SENSORES DE EMISIÓN (INTEM/SIGINT)	66
MULTISENORES	67
OTROS SENSORES	68
Empleo	68
VIGILANCIA DEL CAMPO DE BATALLA	69

LOS VEHÍCULOS NO TRIPULADOS	233
LOCALIZACIÓN DE OBJETIVOS Y MARCADO DE BLANCOS	72
REGLADO DE ARTILLERÍA	74
ASISTENCIA AL OCAA	75
EVALUACIÓN DE DAÑOS	77
DETECCIÓN MÁS ALLÁ DEL HORIZONTE	78
Utilización de la información	78
AYUDAS A LA PENETRACIÓN O PENAIIDS (CME)	80
Señuelos	80
Saturación y confusión de defensas	82
Perturbación a sistemas de radar y comunicaciones	83
PERTURBADORES A BORDO	84
PERTURBADORES LANZABLES	85
CHAFF Y OTROS PASIVOS	85
CARGA MÚLTIPLE	86
CONCLUSIÓN	86
ATAQUE AL SUELO	87
Características del VeNTri	88
Tipo de blancos	89
Armas que llevan	91
El lanzamiento de las armas	91
La guía terminal	94
LANZAMIENTO DE CARGAS DIVERSAS	95
PROVOCACIÓN DE LAS DEFENSAS	96
RETRANSMISOR DE COMUNICACIONES	96
DETECCIÓN DE ÁREAS QBN	99
OPERACIONES PSICOLÓGICAS	99
OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	99
MULTIMISIÓN	100
PRUEBA DE TÁCTICAS Y MANIOBRAS AÉREAS	101
USO CONTRA MISILES BALÍSTICOS	101
ANTISUBMARINO	102
BLANCO	102
REEMPLAZO DE AVIONES PARA DESARROLLO DE PROTOTIPOS	105
BÚSQUEDA Y SALVAMENTO	108
USO CIVIL	108
CATÁLOGO DE LOS VENTRI (no incluido)	113