

CESEDEN

LOS EQUIPOS AEREOS DE GUERRA ELECTRONICA SON YA UNA REALIDAD

- por Harry F. Eustace

(De la revista Internacional de
Defensa nº 1-Febrero 1976)

Octubre 1976

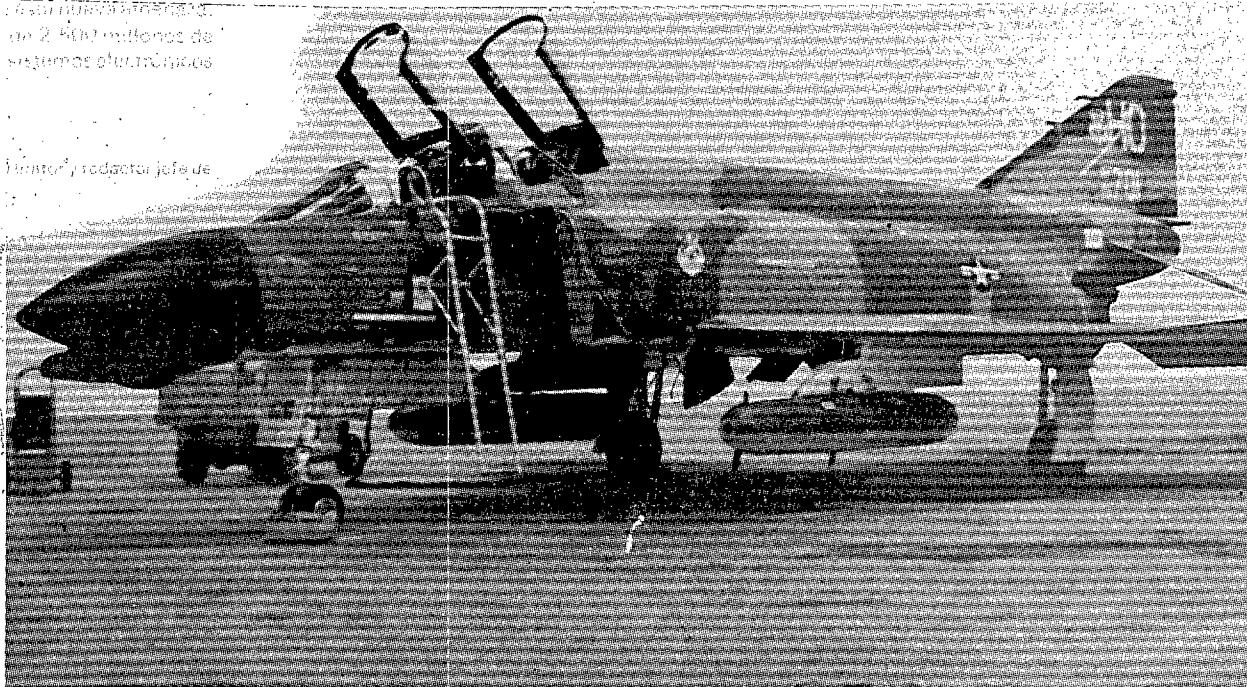
BOLETIN DE INFORMACION NUM. 104-II

Ofrecemos a continuación informaciones de fuentes estadounidenses relativas a los equipos electrónicos actuales y futuros para la protección de los aviones tácticos contra las armas antiaéreas dirigidas por radar, así como algunas indicaciones sobre los principales programas de esta clase en curso de desarrollo en el mundo. No serán considerados aquí los materiales más conocidos, tales como las cintas antirradar, ni las realizaciones electroópticas, aún en estado embrionario, que han de permitir a los aviones desviar los misiles guiados por haz láserico o IR (por ejemplo, los SA-7 y SA-9). Tales realizaciones serán objeto de artículos ulteriores. - La Redacción.

En una serie de artículos publicados en los números 2, 3 y 4 / 1975 de la Revista Internacional de Defensa con el título "Nuevos aviones de combate para Europa", se trató del desarrollo en diversos países de aparatos militares de un costo y complejidad sin precedentes. Paralelamente a estas realizaciones, los organismos de defensa europeos proceden a la modernización de los aviones en servicio con objeto de proporcionarles la debida protección en un ambiente de guerra electrónica cada vez más peligroso, a causa de la presencia en Europa oriental de numerosas armas apuntadas o guiadas por dispositivos electromagnéticos.

En el sudeste asiático, los norteamericanos comprobaron que las pérdidas sufridas por una aviación moderna pueden alcanzar valores inaceptables si el enemigo utiliza ordenadamente una red defensiva, modesta pero eficaz, basada en el empleo del radar. Aunque manifiestamente inferiores en el aspecto técnico, los norvietnamitas, adiestrados y equipados por los soviéticos, demostraron que el uso coordinado de los sistemas de defensa antiaérea dirigidos por radar permite hacer frente con éxito a un adversario que posea la superioridad aérea.

Para reducir los efectos de esta nueva amenaza, Estados Unidos invirtió más de 2.500 millones de dólares en la construcción de sistemas electrónicos de información y de contramedidas en aplicación del programa QRC (Quick Reaction Contract). Cuando las fuerzas aéreas norteamericanas sufrieron sus primeras pérdidas en Vietnam, los especialistas del Pentágono tomaron diversas medidas con el fin de mermar la eficacia de las armas dirigidas por radar. La Marina declaró que las pérdidas ocasionadas por tales armas hubieran sido probablemente cinco veces superiores sin la protección ofrecida por los dispositivos de



Bajo las alas de este F-4 Phantom están montados dos receptáculos eyectores de cintas antirradar y cohetes iluminadores, fabricados por la sociedad estadounidense MB Associates. Las cintas antirradar, que son tal vez el más antiguo de los medios de CME, fueron empleadas abundantemente en la guerra árabe-israelí de octubre de 1973.

CME. Según las estimaciones, fue posible economizar así casi 2.000 millones de dólares en los costos de sustitución y reparación de los aparatos, sin tener en cuenta los efectos de la inflación ni la pérdida de vidas humanas y los consiguientes gastos para la formación de nuevas tripulaciones.

Durante las incursiones Linebacker II sobre Hanoi y Haifong, los B-52 de la Aviación estadounidense, provistos de perturbadores y señuelos, lograron atravesar una de las más formidables defensas antiaéreas

jamás organizadas en el mundo. Fueron lanzados más de 1.000 misiles contra los B-52 durante las 700 salidas que efectuaron para atacar sus objetivos. Tan sólo 15 de esos bombarderos fueron derribados, lo que presenta un rendimiento de la defensa inferior al 1,5%. Aplicando el coeficiente de 5 calculado por la Marina, se comprueba que las pérdidas se hubiesen elevado a 75 B-52 si estos aviones no hubieran estado equipados de dispositivos de CME. Por otro lado, es preciso tener en cuenta que los B-52 fueron concebidos para el bombardeo estratégico desde pequeña altitud, por lo que la cobertura de sus dispositivos perturbadores resultó insuficiente durante los ataques desde gran altitud contra Hanoi y Haifong. A causa de ello, varios aviones fueron alcanzados por misiles suelo-aire cuando, después de lanzar sus bombas, cambiaban de rumbo y salían del pasillo antirradar formado por nubes de cintas metalizadas. Por consiguiente, el programa QRC fue intensificado con objeto de reducir aún más la eficacia de los radares de guía de los misiles.

En el plano tecnológico, los responsables militares occidentales quedaron vivamente impresionados con la aparición del misil antiaéreo SA-6 Gainful (véase RID Nº 6 1973, pág. 779) durante la guerra árabe-israelí de octubre de 1973. Este sistema de misil, que funciona según el principio de la iluminación radárica del blanco en onda continua, se caracteriza por una gran movilidad que le permitió seguir los movimientos de las fuerzas terrestres árabes para proporcionarles una protección casi total contra una aviación reputada por su eficacia. El SA-6, utilizado en combinación con el cañón cuatritubo ZSU-23-4 Shilka (apuntado por medio del radar Gun Dish), ha dado una nueva dimensión a la amenaza suelo-aire, caracterizada anteriormente por el empleo de frecuencias bajas e impulsos de lenta cadencia.

A consecuencia de la utilización en masa de radares, que ocasionó una merma de la precisión de los medios de mando y control en un teatro de operaciones relativamente pequeño, cada uno de los bandos derribó algunos de sus propios aviones. Por añadidura, los árabes consiguieron desorganizar las transmisiones israelíes recurriendo al empleo de técnicas de perturbación.

Del mismo modo que la campaña vietnamita permitió comprender la importancia de la guerra electrónica, el conflicto de octubre de 1973 tuvo consecuencias inmensas en los criterios militares en el mundo entero. En Estados Unidos fueron emprendidos nuevos programas para realizar sistemas tácticos CME que debían ser integrados en los aviones, con elementos de conexión entre el hombre y la máquina cuidadosamente estudiados. Los fondos solicitados por el Departamento de Defen-

sa en el presupuesto de 1975 para trabajos de estudio y desarrollo en materia de guerra electrónica se elevaron a 213 millones de dólares, lo que suponía un aumento del 36% con respecto al año anterior. Alemania, Estados Unidos e Israel se asociaron para financiar dos programas -los Compass Sail y Compass Tie- que debían permitir hacer frente a la amenaza representada por el empleo de radares de ondas continuas por parte de los soviéticos. Con igual finalidad, fueron creados grupos de estudio especiales dentro de la OTAN, así como en Francia y en otras Naciones. Al mismo tiempo, el uso ordenado de sistemas de guerra electrónica, combinado con el empleo de armas para neutralizar las defensas antiaéreas y de medios de penetración y destrucción, comenzó a preocupar a los responsables militares. De este modo, fueron sentadas las bases de una doctrina de guerra electrónica.

El problema básico

El principal problema planteado por la guerra electrónica ha sido siempre el de la sorpresa. En 1965, cuando fue derribado el primer F-4 por un misil SA-2, los norteamericanos se apresuraron a montar en sus F-100 los equipos Wild Weasel para la localización de las baterías de misiles. En 1966, la defensa aérea norvietnamita disponía de medios de control por radio y radar, así como una red perfeccionada de guía de intercepción que cubría toda la zona de combate. Los estadounidenses tuvieron que equipar entonces sus aviones de apoyo táctico con sistemas defensivos, compuestos sobre todo de receptáculos con dispositivos de CME montados en aviones tales como los EB-66, EA-1F Queer Spad y EA-6B. Los A-6A de la Infantería de Marina fueron provistos también de perturbadores de gran potencia y detectores pasivos muy sensibles. Algo más tarde, los norvietnamitas consiguieron una nueva ventaja con la puesta en servicio del misil suelo-aire SA-3 Goa. Mientras que el radar Fansong B del SA-2 funcionaba en las bandas E/F, el radar Low Blow del SA-3 utilizaba frecuencias del orden del 9,0 a 9,4 GHz, lo que obligó a los norteamericanos a concebir nuevos materiales.

La aparición del radar Low Blow no debiera haber causado sorpresa alguna, ya que los norteamericanos conocían su existencia desde 1961 (así como la de la versión naval Peel Group). La puesta en servicio del SA-6 tampoco era un secreto, ya que desde 1970 los servicios de información occidentales estaban al corriente de la instalación de misiles SA-2, SA-3 y SA-6 en la orilla occidental del canal de Suez. Paradójicamente, Estados Unidos exportaba entonces misiles Hawk (cuyo sistema de dirección de tiro funciona en ondas continuas) a varios países de Oriente Medio y el golfo Pérsico, pero no había desarrollado aún un dispositivo de CME eficaz contra los sistemas de arma de esta clase.

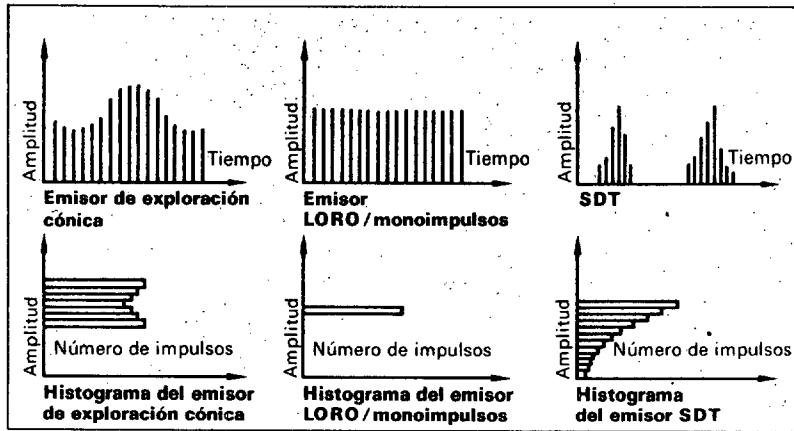
En la actualidad, los especialistas en guerra electrónica han comenzado a concebir sistemas de CME polivalentes, aptos para ser empleados satisfactoriamente en zonas muy peligrosas sobre las que se carezca de informaciones. Empero, la tarea de esos especialistas es muy ardua. La banda de frecuencias cubierta por los diversos equipos electromagnéticos del enemigo en potencia es ahora del orden de 500 MHz a 20 GHz, con una intensidad de actividad que alcanza 250.000 impulsos por segundo por banda de hiperfrecuencias. Los detectores de alarma clásicos, concebidos para radares de impulsos pilotados por cristal, son reemplazados por sistemas de mando numérico capaces de seleccionar las informaciones, determinar las prioridades e iniciar automáticamente las contramedidas.

Empleo de la potencia radiada

El empleo apropiado de la potencia radiada consiste en concentrar de manera óptima la potencia de emisión de un perturbador sobre la amenaza considerada como más grave. Esta concentración se efectúa actualmente en tres campos: temporal, especial y espectral. Un cuarto aspecto, el de la polarización, es objeto todavía de estudios. Hasta 1973 se intentó aumentar al máximo la potencia radiada, pero hoy en día se concede mayor importancia a la eficacia real, habida cuenta del poco espacio disponible en los aviones, la capacidad de sus fuentes de alimentación eléctrica y el estado actual de la técnica.

En unas condiciones de amenaza como las existentes en Europa oriental, donde se estima que la densidad de las señales sería de -- 2.000.000 de impulsos por segundo en una gama de frecuencias de 500 MHz a 20 GHz, las posibilidades de sobrevivencia de las tripulaciones de los aparatos aliados dependerían esencialmente de su capacidad para engañar o neutralizar a los radares de dirección de tiro enemigos.

El dibujo relativo al despliegue de las unidades de defensa aérea de un cuerpo de ejército soviético en progresión, publicado en la RID Nos. 4/1974, pág. 450, y 2/ 1975, pág. 183, presenta gran interés para un especialista en guerra electrónica. La utilización de gran número de radares, que funcionan en diversas bandas -algunos de ellos lo hacen a la vez en banda ancha y por cambio de frecuencia-, altera en dos sentidos la eficacia de las CME. En primer lugar, al obligar a dispersar la potencia radiada, debido a la diversidad de las frecuencias que han de ser cubiertas y al empleo de más de dos tipos de radares en una misma octava de frecuencias. Ello hace necesario disponer de un perturbador preajustado en octava para contrarrestar simultáneamente todas esas amenazas. La dispersión de la potencia de perturbación sería sensible



Algoritmos e histogramas

Debido a la evolución constante de la técnica de las calculadoras, los especialistas se ven obligados a emplear neologismos para expresar nuevos conceptos. Damos a continuación la definición de dos de los términos más importantes, para facilitar la comprensión de los nuevos conceptos de guerra electrónica expuestos en el texto de este artículo:

Algoritmo. - Serie de reglas que han de ser aplicadas para llegar a la solución deseada. En materia de calculadoras, un algoritmo puede tomar la forma de una serie de instrucciones de programación, operaciones lógicas o procedimientos de ejecución. Es decir, se trata de una "fórmula".

Histograma. - Contracción de "historia-grama"; este término designa la frecuencia de aparición de un suceso o un dato cualquiera -amplitud, ángulo de incidencia, frecuencia de recurrencia, etc. - en un período de tiempo determinado.

Numerosos algoritmos constituyen un programa que puede ser utilizado para identificar los componentes de un ambiente de guerra electrónica, tales como el tipo de los radares y la densidad de los impulsos. Los esquemas de identificación de los radares basados en el empleo de histogramas comprenden a veces el cifrado numérico de diversos parámetros (azimut, amplitud, frecuencia o intervalo de repetición).

La hilera superior de los diagramas representados aquí indica la variación de amplitud en muestras de trenes de impulsos procedentes de radares enemigos de tres tipos: de exploración cónica, LORO (Lobe On Receiver Only) y de seguimiento discontinuo de trazas (SDT). En

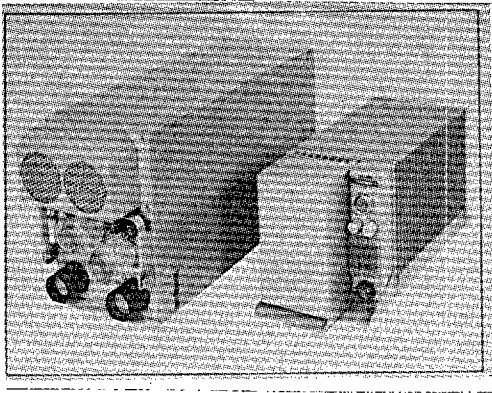
la hilera inferior figuran los tres histogramas de amplitud que un receptor pasivo puede deducir de las emisiones. En el caso del emisor LORO monoimpulsos, la variación de amplitud es pequeña y el histograma reviste la forma de una banda estrecha. La variación de amplitud sinusoidal del emisor de exploración cónica genera un histograma en forma de copa. Por su parte, el emisor SDT produce un histograma de tipo "cuadrante solar" que es característico de una emisión discontinua.

aun en el caso de que hubiera una sola señal en una banda dada, puesto que los radares en servicio son capaces de funcionar en una banda extendida. En segundo lugar, ocurre a veces que las emisiones radáricas de dos o más tipos se solapan; aunque en este caso no se produce una dispersión de la potencia del perturbador, es preciso de todos modos recurrir a un programa de modulación cuya eficacia no es óptima. Por consiguiente, sólo el empleo apropiado de la potencia radiada permite hacer frente a múltiples amenazas.

El sistema correspondiente se compone de un emisor, un receptor, los circuitos lógicos de acoplamiento y mando, y una unidad numérica de tratamiento a gran velocidad. El receptor suministra al emisor los datos necesarios por medio del circuito de acoplamiento. El emisor se pone en marcha en función de una prioridad determinada, después de evaluada la amenaza en tiempo real, en el momento conveniente y según la técnica apropiada para perturbar la frecuencia escogida. Los dispositivos que regulan el empleo de la potencia aumentan la eficacia de un perturbador de cuatro maneras:

- Identificación y evaluación de la amenaza -el receptor debe ser capaz de interceptar, analizar e identificar cada uno de los radares cuyo haz alcance al avión, y de determinar en consecuencia las prioridades de perturbación;
- Medición de frecuencia y ajuste del perturbador -además de identificar los radares y definir su modo de funcionamiento, el receptor del sistema considerado ha de poder medir la frecuencia utilizada por el radar que presente mayor peligro, con objeto de ajustar correctamente la emisión del perturbador;
- Seguimiento de la frecuencia de recurrencia -esta aptitud es esencial para permitir la sincronización de las emisiones perturbadoras. El receptor debe obtener los datos necesarios y seguir la frecuencia de recurrencia para proporcionar al perturbador las previsiones de llegada de los impulsos;

● Medición de la frecuencia de exploración -el receptor ha de ser capaz de medir las frecuencias de exploración y de suministrar al perturbador las informaciones correspondientes al radar más peligroso.

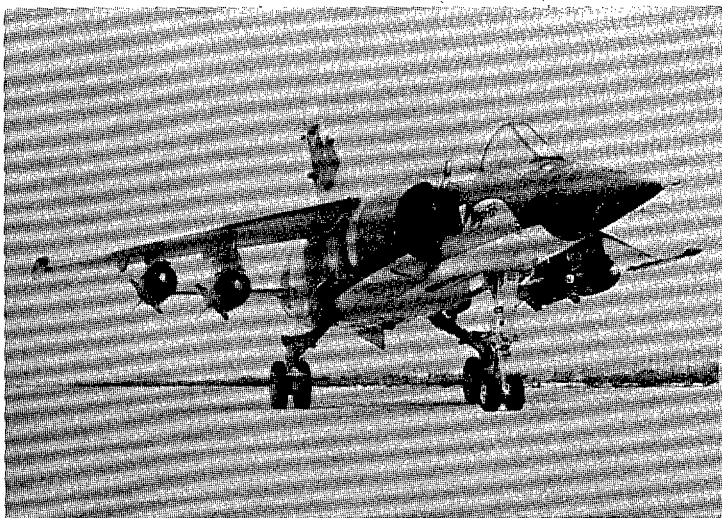


Loral Electronic Systems presentó a finales de 1973 una nueva serie de unidades de tratamiento numérico polivalentes, para su empleo en conjuntos de guerra electrónica pilotados por calculadora. Reproducimos aquí los analizadores programables MPP-1 (a la izquierda) y MPP-2.

De este modo, la potencia electromagnética queda concentrada sobre la amenaza principal en vez de ser dispersada en una banda entera, aumentando así considerablemente la eficacia del perturbador al llegar al receptor radárico enemigo mayor número de vatios por MHz. La modulación de amplitud debe variar también en función de las diferentes amenazas. Gracias a los datos de identificación proporcionados por el receptor y la unidad de tratamiento es posible obtener una modulación óptima. Por ello se califica de "inteligente" la radiación de los perturbadores del tipo descrito.

El seguimiento de la frecuencia de recurrencia permite aplicar toda la potencia del perturbador en el preciso momento en que el eco vuelve al radar. El cálculo del ciclo de tiempo correspondiente implica la previsión del instante de llegada de cada impulso, de manera que el perturbador pueda centrar su potencia en la frecuencia apropiada y en el momento oportuno. Este método permite también seleccionar los trenes de impulsos emitidos en una misma banda, sacando así el mejor provecho de las CME en función de cada impulso y de cada radar. El aspecto "temporal" reviste en este caso una importancia capital, ya que una perturbación intermitente resulta así tan eficaz como una interferencia continua. Se consigue aumentar la eficacia al poder perturbar varios radares recurriendo al factor tiempo más bien que al factor potencia.

La concentración en el espacio, obtenida mediante el empleo de antenas orientables de gran directividad (como las montadas en el EA-6B y previstas para el bombardero B-1), contribuye igualmente a aumentar la eficacia de la potencia radiada.



Los dos carenados perfilados existentes en el plano de deriva de este Mirage F1 de la Aviación sudafricana contienen antenas helicoidales. Estos elementos forman parte de un sistema de Thomson-CSF, designado BF, capaz de detectar en todas las direcciones los radares de seguimiento discontinuo de trazas, de monoimpulsos y de ondas continuas, y que efectúa la presentación en los cuadrantes de un indicador analógico. Se cree que Francia y Holanda utilizan también el sistema BF. Puesto que carece de dispositivos numéricos de tratamiento y de detectores de lanzamiento de misiles, es probable que ese sistema esté destinado para operaciones en ambientes electrónicos de densidad relativamente pequeña.

Aplicando estos principios, se logra centuplicar la eficacia de las CME expresada en potencia radiada. Es decir, que para obtener un incremento análogo sin usar la gestión de potencia numérica, sería necesario multiplicar por un factor de casi 100 las dimensiones, el peso y el consumo de energía eléctrica del emisor, lo que resulta imposible.

Operaciones en el teatro europeo

Una vez firmemente establecido el principio de la gestión de potencia, conviene considerar ahora el problema planteado por el aumento creciente de una amenaza sobre la que se carece prácticamente de informaciones que pudieran permitir el desarrollo de sistemas de guerra electrónica específicos. Contra los radares modernizados mediante la aplicación de nuevas técnicas de CCME - LORO (Lobe On Receive Only), monoimpulsos, filtrado doppler numérico "adaptable"- quizá sea mejor renunciar a la perturbación que seguir utilizando métodos antiguos. Así pues, es indispensable disponer de una unidad de tratamiento numérico para disipar rápidamente las ambigüedades inherentes al empleo de indicadores analógicos de tipo antiguo, particularmente en las operaciones efectuadas en el teatro europeo.

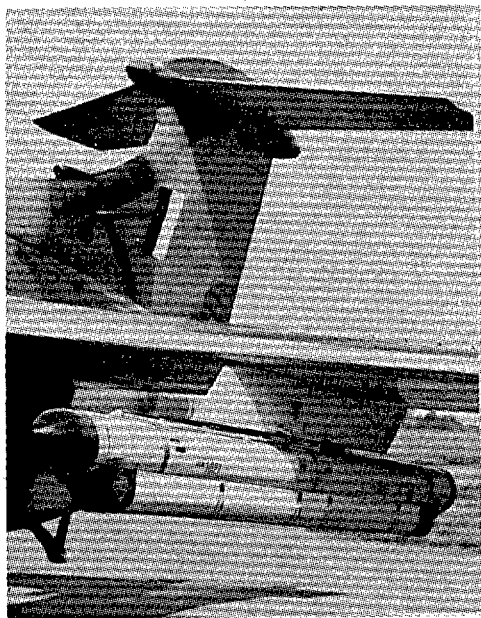
En el caso de un perturbador cuya potencia pueda ser 100 dB superior a la de las señales enemigas, resulta a menudo difícil obtener un aislamiento satisfactorio entre las antenas de emisión y recepción, de modo que es preciso parar el emisor cada vez que funciona el receptor. Por otra parte, este método supone un intercambio elevado de datos con la unidad de tratamiento, de acuerdo con el tipo de algoritmo aplicado (véase cuadro).

En un teatro de operaciones como el europeo, los ciclos típicos de parada de la emisión representarían del 2 al 9% del funcionamiento total de un perturbador. Con este procedimiento no cabe recurrir como anteriormente a la medición del tiempo de llegada de los impulsos, ya que la información es insuficiente para permitir una identificación de la amenaza que tenga valor en el aspecto estadístico. Empero, si se utiliza el nuevo método del histograma (véase cuadro) se consigue medir mayor número de parámetros por impulso, si bien el número de impulsos recibidos es menor a causa del corto período de funcionamiento del receptor. Por esta razón, en muchas esferas competentes se concede cada vez menos importancia a la información relativa a los tiempos de llegada, prefiriéndose utilizar esas técnicas de vanguardia para la medición de las frecuencias.

Los receptores más recientes miden el ángulo de incidencia, la amplitud y la frecuencia de cada impulso recibido durante un período de funcionamiento muy breve. Estos datos son introducidos en la memoria tampón de una calculadora, sin filtrado ni tratamiento previo, empleando métodos nuevos como el del acceso directo a la memoria.

Un receptor tipo comprende dos canales de acceso directo, uno de los cuales puede alimentar a las calculadoras, con datos brutos, mientras que el otro suministra informaciones tratadas o instrucciones a los dispositivos e indicadores externos. Simultáneamente, la unidad central de tratamiento puede analizar datos precedentemente registrados en otra parte de la memoria.

En un teatro de operaciones tan complejo como el europeo, la ventaja principal de la gestión de la potencia radiada residiría tal vez en su carácter heurístico (solución de los problemas por enfoque progresivo), que permite la adaptación a tipos de amenaza imprevistos. Basta con efectuar algunas modificaciones sencillas en la programación y los circuitos lógicos para que la unidad de tratamiento numérico pueda resolver los problemas planteados por la carencia de informaciones previas.

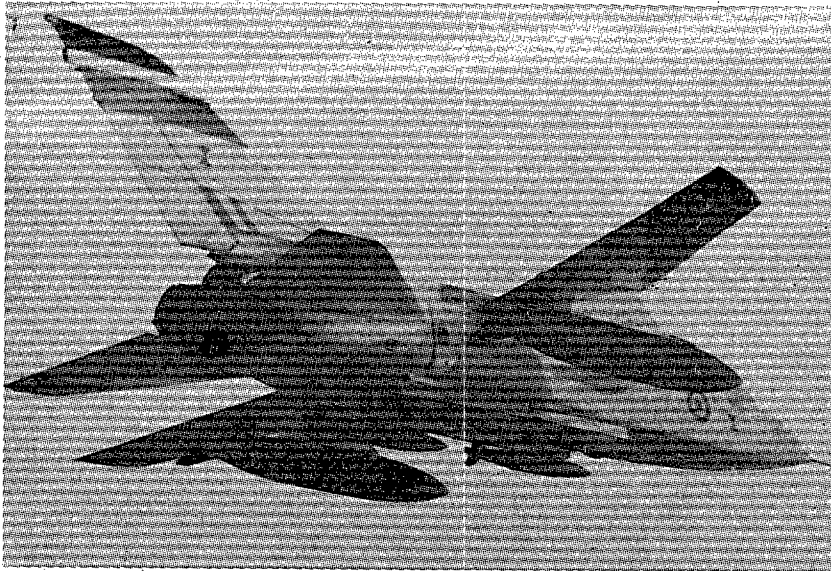


El receptáculo con equipos de CME tipo ALQ 101 (V)-8 montado bajo una de las alas de un avión de ataque Buccaneer. En la protuberancia del plano de deriva está alojado un detector pasivo de radares de GEC-MSDS. El receptáculo ALQ-101 (V)-8, fabricado en Estados Unidos por Westinghouse, ha sido suministrado en grandes cantidades a la OTAN y a diversas fuerzas aéreas. La Aviación norteamericana ha reemplazado ese modelo con el ALQ-119 de doble modo de funcionamiento (impulsos ondas continuas), que pudiera ser suministrado a Alemania, Irán e Israel para su montaje en aviones F-4 Phantom. Es producido actualmente para la Aviación norteamericana el modelo Compass Tie, versión perfeccionada del ALQ-119, con dispositivo de gestión de potencia.

Sistemas en servicio

Los sistemas occidentales de guerra electrónica han sido desarrollados siguiendo la evolución de la amenaza. El detector de alarma APR-25, fabricado por la división Applied Technology de la Itek Corporation, fue ampliamente utilizado en el sudeste asiático, así como los APR-36 y 37, modelos más perfeccionados que el anterior y que se hallan aún en servicio en Europa occidental. No obstante, estos sistemas analógicos no pueden ser empleados al mismo tiempo que los perturbadores. En el medio ambiente electrónico relativamente tranquilo existente en Vietnam, las tripulaciones de los aviones norteamericanos podían identificar sin dificultad los varios tipos de radares utilizados por el enemigo. Ahora bien, la situación sería muy distinta en otros teatros de operaciones, donde la densidad de las señales sería tal que los indicadores analógicos presentarían una multitud de informaciones confusas cuya explotación resultaría imposible.

La Marina y la Aviación estadounidenses tienen en servicio los modelos numéricos de Itek ALR-45 y ALR-46, respectivamente. Este último detector de radares, que es una versión perfeccionada del anterior, comprende un analizador de señales realizado por la división Dalmo Victor de Bell Aerospace. Tal analizador, designado DSA-20, fue concedido para tratar gran número de impulsos y proporcionar a las tripulaciones



El MRCA ha de ser provisto de un perfeccionado conjunto de guerra electrónica, de concepción europea, que funcionará seguramente según el principio de la "gestión de la potencia radiada" (véase texto). El sistema de alarma radarica está siendo desarrollado por la sociedad Elettronica (Italia), con el concurso de GEC-Marconi Space & Defence System (Gran Bretaña) y de AEG Telefunken (Alemania). Las antenas de los dispositivos de CME pasivas (suministradas por Elettronica) son visibles en el plano de deriva de este aparato.

un alarma sin ambigüedad por medio de una pantalla PPI selectiva con indicaciones alfabeticonuméricas. La Aviación modificó el ALR-46 combinándolo con dispositivos de perturbación y neutralización de defensas, logrando así disponer de un sistema numérico de a bordo para gestión de la potencia radiada.

A principios de 1973, Itek anunció la realización de la pequeña calculadora ATAC (Applied Technology Airborne Computer), la primera en el mundo apta para ser integrada en una unidad numérica de análisis de la amenaza radarica, tal como el modelo Vector 5 del mismo constructor. Los motivos que llevaron a esta realización merecen ser expuestos. Las minicalculadoras de a bordo clásicas -que efectúan idénticas funciones que los demás tipos de minicalculadoras en general- no convienen para las tareas mixtas de análisis de instrucciones y tratamiento a grandes velocidades inherentes al empleo de los algoritmos; carecen habitualmente de las entradas y salidas que permitirían acoplarlas a los perturbadores u otros dispositivos antirradar; no están sujetas a limitaciones de volumen y consumo de energía tan severas como en el caso de las minicalculadoras de guerra electrónica; son incapaces de efectuar convenientemente el tratamiento de señales, ya que los imperativos de la misión de CME no fueron tenidos realmente en cuenta durante la fase inicial de su concepción. En cambio, la ATAC fue diseñada especialmente para el trata-

miento algorítmico y comprende dispositivos de selección, instrucciones de referencia y canales de acceso directo adicionales. Para resolver el problema que supone la carencia de informaciones previas, la unidad central de tratamiento y las memorias están contruídas en forma de subconjuntos modulares, con el fin de poder ser modificadas fácilmente en función de las informaciones obtenidas posteriormente. Con objeto de reducir el tamaño, el peso y el consumo de corriente eléctrica de la minicalculadora, todos los componentes de ésta son de elementos sólidos.

Poco después de la realización de Itek, la división Electronic System de General Instrument presentó su sistema Pointer, compuesto de una calculadora concebida especialmente para la guerra electrónica y una unidad de tratamiento numérico. También en este caso, los ingenieros renunciaron a emplear una calculadora de a bordo clásica.

A finales de 1973, Loral Electronic System anunció a su vez la realización de las unidades de tratamiento numérico de la serie MPP, cuya programación puede ser modificada fácilmente mediante la introducción de una cinta o un disco por una ranura practicada en el panel frontal.

En la época considerada, fueron desarrollados en Europa los sistemas SARIE (Semi Automatic Radar Identification Equipment) de EMI Ltd. (Gran Bretaña) y ARIAL de Thomson-CSF (Francia). A juicio del autor, ninguno de estos sistemas es tan eficaz como los modelos norteamericanos.

Guerra electrónica activa

Uno de los modelos de perturbadores de empleo más extendido en Estados Unidos es el ALQ-126, fabricado por Sanders Associates a partir de su antiguo sistema ALQ-100. El modelo ALQ-126 forma parte del equipo Pride, integrado en la célula de todos los aviones de ataque embarcados, que comprende también un detector de radares universal (el ALR-45 de Itek) y el sistema Magnavox ALR-50 de detección de los lanzamientos de misiles.

La Aviación norteamericana ha adquirido gran número de receptáculos con equipos de CME para perturbación y engaño. Los principales fabricantes estadounidenses de tales receptáculos son Hughes Aircraft (modelos ALQ-71/72 con perturbador de magnetrón), General Electric (ALQ-87) y Westinghouse Aerospace (con sus modelos de las series ALQ-101, ALQ-119, -entre las diversas versiones figuran los Com

pass Sail y Compass Tie- y la más reciente ALQ-131). Desde julio de 1974, el ALQ-131 ha sido ensayado en vuelo durante más de 100 horas en la base aérea de Eglin. Se procede al desarrollo de dos versiones - "de amenaza terminal" con dispositivo de gestión de potencia. Por su parte, Sanders Associates prosigue la realización del sistema ALQ-137 que ha de reemplazar al ALQ-94 del mismo constructor, montado en la célula del F-111.

La ausencia de informaciones previas ha ocasionado una vez más un desfase entre el desarrollo de equipos de CME y la aparición de amenazas nuevas. El receptáculo con dispositivos de guerra electrónica ha sido considerado ventajoso porque no ocupa espacio en el interior del avión. Por añadidura, un perturbador integrado en la célula puede resultar bruscamente inútil a raíz de un progreso técnico del adversario, como fue el caso con la aparición del SA-6 y, más recientemente, el SA-8 (véase RID Nº 6/1975, pág. 805). Los nuevos aparatos norteamericanos -F-14, F-15 y F-16- pueden ser provistos de equipos de CME integrados en la célula, pero sus soportes para cargas externas poseen el cableado necesario para el montaje de receptáculos con tales equipos. Los partidarios del empleo de estos receptáculos ponen de relieve la facilidad con que puede ser modificada la programación de los equipos en caso de aparición de amenazas imprevistas.

La clase de CME utilizadas varía según la misión. En el caso de los aviones de combate polivalentes actualmente en desarrollo en Europa, las versiones para ataque desde baja altitud pudieran ser provistas de sistemas especiales (como los que Marconi Space & Defence System produce para la RAF en cumplimiento de un contrato por valor de 1,5 millón de libras) y de equipos de CME alojados en receptáculos tales como los que son realizados por EMI Ltd. y BAC. Las versiones para superioridad aérea de esos aviones sólo necesitarían un número reducido de medios de CME para operar en un ambiente de guerra electrónica como el existente en Europa oriental. Si las condiciones de la misión lo aconsejaran, los aparatos de superioridad aérea podrían ser provistos de detectores de alarma radárica e IR análogos a los montados en las versiones de ataque (posiblemente con cierta capacidad de perturbación aire-aire). La sociedad italiana Elettónica SpA desarrolla el sistema de alarma radárica destinado al MRCA, cuyas antenas serán instaladas en el tope del plano de deriva. Entre otros modelos en estudio figura un detector radárico e IR de BAC que sería montado en el mismo sitio.

Contramedidas de engaño

Electronique Marcel Dassault realiza al presente una serie de sistemas de CME destinados para los aviones Mirage. Contrariamente a los perturbadores de barrera, que intentan "disfrazar" el eco, tales sistemas están concebidos para engañar a los radares enemigos haciéndoles creer que el blanco se encuentra en un punto distinto del real. Las técnicas de perturbación por engaño han progresado considerablemente desde que fueron empleadas por primera vez en Vietnam.

Los sistemas de dirección de tiro con seguimiento automático permiten generalmente fijar el haz radárico sobre un objetivo particular asignándole un valor de distancia. El receptor radárico sólo funciona entonces durante los momentos en que los ecos se encuentran dentro de los límites escogidos, con ciertas tolerancias relativas al rumbo y velocidad del avión. La contramedida correspondiente consiste en alterar la información de distancia obtenida por el radar; en primer lugar, es reproducido inmediatamente el eco radárico para que el dispositivo de control automático de ganancia del radar "crea" que el blanco se halla a una distancia dada; a continuación, el sistema de engaño aumenta progresivamente el intervalo de tiempo entre los impulsos -utilizando los datos en memoria- para conseguir que el radar enemigo pierda la información básica de distancia correspondiente al blanco real.

Incluso en el caso de que el operador logre fijar el haz de su radar en el avión, el empleo de la contramedida descrita provoca un error de telemetría en el momento del tiro de los cañones o los misiles. Si se trata de un aparato rápido (volando aproximadamente a Mach 1), no hace falta que el error sea muy grande para que el misil falle el tiro. En el caso de un buque, objetivo lento y de grandes dimensiones, los ciclos de retardo de los impulsos deben ser más importantes para obtener una buena protección contra una exploración precisa por parte de un radar enemigo.

Frente a los radares de vigilancia aérea de lóbulos múltiples son utilizados medios de engaño con repetidor de ganancia inversa con la finalidad de alterar las mediciones de elevación y azimut. Cuando el avión es iluminado sólo débilmente por el radar de vigilancia, el perturbador retransmite un impulso de gran potencia inversamente proporcional a la del impulso recibido, y viceversa, para provocar errores angulares de localización y seguimiento.

La perturbación eléctrica fue empleada sobre todo en una época en que el espectro hertziano no estaba tan saturado como al presente.

y en que se disponía de pocos conocimientos sobre los radares enemigos. Era necesario entonces emitir una potencia superior a la de los medios de guía de los misiles suelo-aire. Empero, a medida que las amenazas comenzaron a diversificarse y escaseó el espacio disponible en los aviones de combate para los dispositivos de CME, se hizo evidente la importancia de asociar el receptor de alarma radárica con el emisor de perturbación. En la actualidad, el grado de protección electrónica de un avión depende esencialmente de la potencia de la miniculadora.

Grados de amenaza

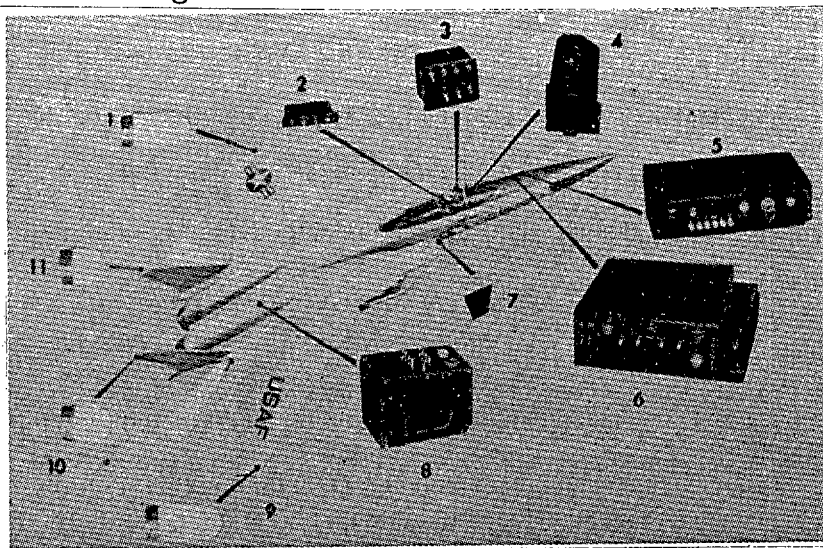
En las líneas precedentes hemos considerados los equipos de CME que debieran permitir a los aparatos de la OTAN operaren seguridad en el teatro europeo pese al intenso empleo de medios electromagnéticos. No obstante, es probable que el mayor desarrollo a corto plazo del mercado de los materiales de guerra electrónica se deba a las adquisiciones de los países del llamado "Tercer Mundo". Diversas naciones de América del Sur, Extremo Oriente y el golfo Pérsico solicitan ahora ofertas de sistemas de alarma radárica, lo que representa el primer paso para proporcionar a sus fuerzas armadas una capacidad de CME.

Los norteamericanos han exportado más de 2.000 cazas Northrop F-5 desprovistos de todo equipo de guerra electrónica. Thomson-CSF ha suministrado para los NF-5A de la Aviación holandesa unos sistemas de alarma analógicos, parecidos a los instalados en los Mirage F 1 vendidos a países como España, Grecia y República Sudafricana. No riega monta también en sus F-5A detectores de tipo analógico. Al mismo tiempo, la empresa noruega Nera A.S. extiende sus actividades en el sector de las CME y prevé construir detectores numéricos, y posiblemente sistemas de gestión de la potencia radiada.

La mayor posibilidad de desarrollo en este campo la ofrecen tal vez los requerimientos formulados por Arabia Saudita e Irán a raíz de sus compras de aviones F-5E. Ambos países solicitan insistentemente ofertas del gobierno y grupos industriales estadounidenses relativas a un dispositivo completo ALR-46, o a un detector numérico con aptitud para la gestión de la potencia radiada.

En el pasado, el programa norteamericano de ventas militares al extranjero (FMS = Foreign Military Sales) fue la causa principal de la divulgación de informaciones confidenciales con motivo de la exportación.

tación de medios de guerra electrónica.



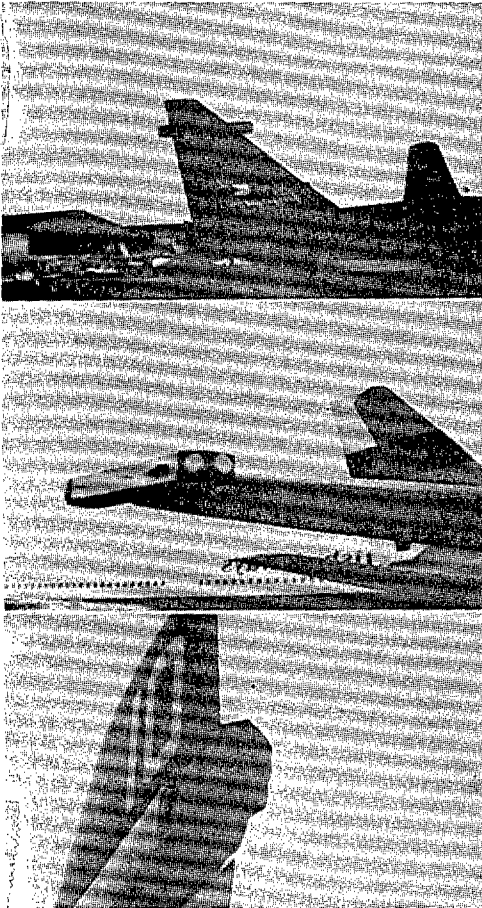
El F-15 Eagle de la Aviación norteamericana está provisto de un conjunto interno de guerra electrónica, compuesto de un perturbador Northrop ALQ-135 (V) de doble modo de funciona miento (impulsos/ondas continuas) y los detectores de radar - Magnavox ALQ-128 y Loral ALQ-56. Los subconjuntos reproducidos aquí son los del ALQ-56, llamado también TEWS (Tat tical Electronic Warfare System. Leyendas: 1 -antena de extre mo de ala (LRU-5L); 2 -mando de acción inmediata (LRU-11); 3 -caja de mando (LRU-10); 4 -indicador (LRU-9); 5 - caja de alimentación eléctrica (LRU-2); 6 -unidad de tratamiento / receptor de baja frecuencia (LRU-3); 7 -antena de aleta (LRU-8); 8 -sintonización de alta frecuencia (LRU-6); 9 -antena de extremo de ala (LRU-5R); 10 -antena de cola (LRU 7R); 11 -an tena de cola (LRU 7L).

A consecuencia de ello, el Congreso criticó los medios em pleados por ciertas sociedades nacionales con el beneplácito del departa mento de Estado.

Como resultado del interés que manifiestan los países del - Tercer Mundo por los sistemas de guerra electrónica, para su empleo en condiciones de amenaza relativamente pequeña, han hecho su apari ción nuevas industrias que ofrecen equipos de alarma radárica menos complejos y costosos que los modelos habituales de los grandes cons tructores estadounidenses.

Requerimientos europeos

Bélgica concluyó recientemente un contrato con la sociedad norteamericana Loral Electronic relativo a un sistema de CME con gestión de potencia, que será montado en los 83 cazabombarderos belgas



Mira 1. -El plano de deriva del Jaguar posee un carenado de grandes dimensiones, en el que está alojado un detector de radares de GEC-M SDS. Este sistema, que ofrece algunas posibilidades de análisis y proporciona una representación análogica de la amenaza, constituye un ejemplo de tipo de los equipos de CME desarrollados en Europa para su empleo en ambientes de guerra electrónica relativa -- mente débiles. 2. -Este receptáculo, montado en el extremo de una de las alas de un S-3A Viking, contiene el receptor de CME del sistema ALR-47 realizado por IBM Federal System. 3. - Este gran carenado dispuesto en el plano de deriva de un A-7 de la Marina norteamericana contiene una parte del conjunto de guerra electrónica Pride , del que están provistos todos los aviones de la Armada. El sistema Pride consta del detector de radares ALR-45 de Itek-ATI , el detector de lanzamiento de misiles ALR-50 de Magnavox y el dispositivo de engaño ALQ-126 (versión perfeccionada del ALQ - 100) de Sanders Associates.

ge V provistos ahora con un modelo de Thomson-CSF. La sociedad belga MBLE cooperará con Loral en los trabajos y asumirá la responsabilidad de la producción en serie después de que el detector haya sido sometido a las primeras pruebas en vuelo. Este sistema, designado Rapport II (Rapid Alert Programmed Power management of Radar Targets), comprenderá un receptor híbrido que efectuará la identificación, el análisis y la presentación de la amenaza en combinación con una unidad de tratamiento del tipo MPP. Esta última cuidará de la gestión de la potencia de perturbación. Serán instaladas unas ocho antenas en el morro del Mirage V o en los ingletes de las alas, además de dos antenas de radiogoniometría dispuestas en el morro y el tope del plano de deriva.

La participación en el desarrollo de este sistema proporcionará a MBLE conocimientos tecnológicos que pudieran ser aprovechados pa

ra realizar, conjuntamente con los otros países europeos compradores de aviones F-16, un equipo de alarma radárica (y otros dispositivos de CME) para el nuevo avión de combate.

Por su parte, el gobierno alemán ha decidido asociarse con la empresa norteamericana Itek Applied Technology, con objeto de realizar una variante de la minicalculadora ATAC de esta sociedad que permita adaptar los actuales detectores APR-36/37 a los receptáculos ALQ 101 y ALQ-119. Al dirigirse directamente a la industria estadounidense sin pasar por la organización FMS, Alemania y Bélgica obtendrán medios de guerra electrónica de los más modernos. Según ciertos responsables europeos de la defensa, los materiales de que disponen actualmente las fuerzas norteamericanas no satisfacen las necesidades propias del teatro de operaciones europeo en materia de CME.

Alemania deberá instalar también sistemas de alarma radárica e IR en los 350 helicópteros que han de ser adquiridos en el transcurso de los tres años próximos. Para la fabricación de ese material, se supone que una empresa alemana se asociará con una compañía estadounidense en condiciones parecidas a las acordadas entre Loral y MBLE.

No han sido considerados aquí los equipos aéreos de guerra electrónica para usos especiales, tales como los montados en el EA - 6B Prowler de la Marina norteamericana y en el nuevo EF-111A de la Aviación, este último todavía en la fase de prototipo. En lo que respecta a los aparatos tácticos, es evidente que han de estar provistos de medios de CME para poder hacer frente a una defensa antiaérea - mandada por radar, cualquiera que sea la densidad de las baterías.

A la vez que adquieren nuevos aviones de combate, las naciones europeas desean aumentar al máximo las posibilidades de supervivencia en las condiciones de guerra electrónica que existirán durante el decenio próximo, y sobre las que no se dispone prácticamente de información alguna. Por consiguiente, se procurará aumentar aún más la potencia de las calculadoras y realizar sistemas heurísticos de pequeñas dimensiones, que aprovecharán del mejor modo posible la limitada energía electromagnética disponible.

Desde la primera fase de concepción de los futuros aviones militares, será preciso tener en cuenta las necesidades formuladas por los fabricantes de equipos de guerra electrónica, con objeto de poder integrar adecuadamente en el revestimiento de la célula las antenas de

emisión y recepción. Es posible que la potencia de un perturbador tipo sea sólo de un vatio, pero la gran directividad de su antena permitirá obtener un rendimiento casi del 100%. En Estados Unidos se manifiesta mucho interés por estos perfeccionados sistemas, mientras que la Aviación paquistaní pide urgentemente a los norteamericanos el suministro de equipos de alarma radárica sencillos para hacer frente a una eventual amenaza india. Por su parte, la India utilizará subsistemas norteamericanos montados en receptáculos suecos. No hay duda de que la guerra electrónica ha superado la fase teórica y se ha convertido en una realidad.
