



## Ideas Actuales sobre Protección de Vuelo

Por el Teniente Coronel L. AZCARRAGA

En definitiva, estas líneas que siguen no son otra cosa que un índice de temas, los cuales acaso no fuera inoportuno desarrollarlos con mayor detalle. De momento, estas líneas no tienen más pretensión que la de presentar ordenadamente—y si se quiere, comparativamente relacionados—algunos de los muy numerosos medios que la guerra ha traído como ayuda de la navegación aérea. Pues de esta gran cantidad de nuevos medios, nace a la vez el interés que por conocerlos tiene todo aviador y la dificultad para relacionarlos entre sí y para valorarlos. Dificultad que aumenta notablemente si hacemos referencia a la ineludible necesidad de unificar internacionalmente la práctica de la aeronáutica en el aspecto comercial.

En ocasiones anteriores, y en estas mismas páginas, hemos pretendido poner de relieve los programas actuales o, mejor, algunas de las tendencias más acusadas en orden al futuro material de transporte y al número y tamaño de los aeródromos necesarios. El tema relativo a la seguridad de la navegación aérea es una inmediata consecuencia de aquellos otros. Para todo aviador constituye, más aún que una evidencia, una gran redundancia la afirmación de que el porvenir del transporte aéreo, la densidad del trabajo y el aprovechamiento de las grandes cualidades de los modernos aviones, son función directa de las condiciones de seguridad que garanticen no sólo el feliz arribo, sino también la regularidad de los aviones en vuelo de va-

rios miles de kilómetros, con cambios atmosféricos muy acusados.

En orden a la actividad militar, la importancia nace no sólo por la utilidad de aprovechar al máximo la cualidad del avión, sino, más aún, por el hecho de que en ciertas acciones el aire está prácticamente saturado. La continuidad que hoy se pide al poder aéreo, la exigencia de sacudirse servidumbres atmosféricas y geográficas, la necesidad de llevar al máximo los radios de acción, no se logran sin apoyo. Pero más aún la presencia de cientos, o miles, de aviones, concordando sobre un mismo objetivo en lapsos breves de tiempo, procedentes de muy diferentes bases, volando incluso entre nubes, en una palabra saturando el aire, exige medios hasta ahora excepcionales.

Y aún toma nuevo aspecto el problema si de la actividad militar pasamos a la civil, particularmente la internacional sobre grandes rutas intercontinentales.

Y no sólo por el creciente número de aviones sobre una misma ruta, sino especialmente por la necesidad—que la competencia establece—de suprimir tiempo o combustible de reserva, no rentables desde el punto de vista comercial.

El final de la guerra, al permitir mayor divulgación de ciertos medios y procedimientos de navegación, obliga forzosamente a una revisión de los métodos empleados en la protección del vuelo. Mejores

medios, nacidos en gran parte de los empleados en la guerra, y universalización de los métodos constituyen las apetencias del momento. A ello conduce el progreso técnico de la aeronáutica y el mundial deseo de abrir rutas aéreas sobre todo nuestro planeta. Y, a su vez, esas apetencias obligan a una rigurosa selección entre los muchos medios hoy en uso; lo cual, aunque difícil, es imprescindible, pues la guerra ha desarrollado tantos sistemas de apoyo, que hoy la navegación —paradójicamente— se encuentra lastrada a fuerza de acumular ayudas.

### LAS RELACIONES INTERNACIONALES

Independientemente de algunos contactos de limitada extensión y fuerza, más bien relaciones personales entre técnicos de diferentes países, nos interesa señalar cuatro grandes intentos, en busca de una lista única de ayudas para la navegación aérea, con el propósito de que tal lista sirviera de modelo único para todos los países. Con ello se lograría la universalización de medios, base imprescindible para la internacionalización de métodos.

Prácticamente en el mismo tiempo, Chicago y una ciudad del Canadá, creo que Ottawa, fueron escenario de los dos primeros intentos. Después, Londres ha sido el lugar de las otras dos reuniones. Finalmente, un quinto intento, sin duda el más importante y acaso el definitivo, se anuncia ya en Canadá de nuevo.

En la Conferencia de Chicago, en noviembre de 1944, de donde salió la actual O. P. A. C. I., Organización Provisional de Aviación Civil Internacional, se trató el asunto de manera muy destacada. Además de su indirecta—pero no remota—intervención en las discusiones de carácter político, la cuestión de la seguridad del vuelo acaparó cinco de las doce secciones en que se dividió el Comité Técnico, que tuvo por misión estudiar todos los problemas técnicos del vuelo, desde los de material a los del personal, y desde la documentación de a bordo a las Aduanas.

He aquí las cinco secciones que hacen al caso: a) Organización de rutas aéreas; b) Comunicaciones; c) Reglas de circulación aérea; d) Control de vuelo; e) Meteorología. Además, el tema intervino en buena parte de las secciones de: e) Licencias del personal, al fijar los temas de examen y las prácticas necesarias para el personal, principalmente los radiotelegrafistas y los oficiales de control de vuelo; g) Certificados de navegabilidad, al fijar ciertas condiciones de los aviones y de su equipo; y finalmente, aunque en menor grado: l) Salvamento de accidentes, al definir las zonas de organización de socorros. El resto de las secciones fueron: g) Libros de a bordo; h) Matrícula de aviones; j) Cartografía; k) Aduanas.

Pese al gran esfuerzo que en Chicago se realizó, y que se tradujo en abundante texto de recomendaciones técnicas, no se llegó a un acuerdo en el problema vital de la universalización de los medios y métodos. Y en verdad, tampoco podía esperarse un acuerdo completo, puesto que gran parte de las instalaciones de empleo posible permanecían entonces—y muchas aún

permanecen todavía—en la lista de secretos técnicos de guerra. En este aspecto, el capítulo VII, llamado "Características técnicas de la organización", de la resolución correspondiente al Comité Técnico, Sección B (acta final, apéndice V), es todo un poema, pues dice textual y exclusivamente: "El tema que se desarrollará bajo este título pide ser estudiado profundamente desde el punto de vista de la seguridad, teniendo en cuenta que los progresos realizados durante la guerra en el dominio radioeléctrico podrán ser aplicables a la Aviación civil de la postguerra." Con esto por todo acuerdo, la cuestión se posponía hasta el conocimiento y discusión de los nuevos medios en uso.

De aquí la reunión que paralelamente se celebró en Canadá, creo que en Ottawa, y que ni fué universal ni siquiera se divulgó en la prensa. Aunque se tituló "Primera Conferencia de los Dominios ingleses para la protección del vuelo", su carácter fué más amplio, puesto que asistieron también representantes de los Estados Unidos, al menos como observadores; lo cual es, por otra parte, bien lógico, dada la enorme fuerza y las especiales características de la organización aérea americana.

En esta reunión, por ser sus asistentes todos ellos de potencias aliadas, y por tanto, concededores de los métodos secretos empleados en la guerra, pudo seguramente plantearse el problema con toda claridad. Parece, sin embargo, que a pesar de que el tema exclusivo de la Conferencia fué el de los servicios radioeléctricos para seguridad de la navegación aérea, no se llegó a resultados concluyentes, dada la disparidad de puntos de vista entre la organización americana y la inglesa.

La C. I. N. A., en su última reunión, ha dedicado al tema, más o menos, una mitad del orden del día. La C. I. N. A., cuyo trabajo desde que se creó en 1919 ha sido muy considerable en orden a la homogeneización de los métodos, se había quedado, sin embargo, notablemente retrasada en sus prescripciones. Es un retraso lógico, puesto que el principal impulso de la Aeronáutica—sobre todo en lo que a protección del vuelo se refiere—procede de la guerra recientemente terminada; la propia constitución interna de la C. I. N. A.—al contar entre sus miembros a países como Alemania, Italia y Japón, y no contar, en cambio, con otros como los Estados Unidos y la mayor parte de los sudamericanos—, le ha impedido desarrollar verdadera actividad durante la guerra para mantenerse al día en los problemas técnicos que la misma guerra ha planteado.

No es esta ocasión de analizar si a la O. P. A. C. I. se hubiera podido llegar por ampliación y transformación de la C. I. N. A.; lo cierto es que la C. I. N. A. estaba necesitada de una renovación. En lo constitutivo y orgánico, esta renovación se conseguirá posiblemente por la incorporación de la C. I. N. A. a la organización de carácter definitivo que salga de la actual O. P. A. C. I.; hay que esperar, efectivamente, que la nueva organización sea mucho más amplia de componentes que la antigua, y por ello tendrá más posibilidades de regular el tráfico aéreo internacional, en una extensión verdaderamente mundial, como hoy lo per-

miten las posibilidades de los aviones en uso. En lo técnico, la C. I. N. A. ha hecho lo posible por renovarse, utilizando como base de discusión las propuestas técnicas de la reunión de Chicago, a la cual reunión asistió como observador, especialmente invitado, el Secretario general de la C. I. N. A.

En mayo y junio de 1945 se celebraron en París las reuniones de las Subcomisiones que habían de preparar los temas del orden del día de la XXVIII reunión de la C. I. N. A. El principal trabajo correspondió efectivamente a las subcomisiones de explotación, radio y meteorología, como consecuencia de que más de la mitad del orden del día hacía referencia a estos temas, unos derivados de la Conferencia de Chicago y otros en relación con organizaciones internacionales de mayor extensión. Esta es, en efecto, una de las características de la actual situación; muchos de los temas que a la aviación interesan se regulan partiendo de acuerdos internacionales de mayor envergadura, que alcanzan no sólo a la Aeronáutica, sino también a otras actividades. Por ejemplo, la protección meteorológica del vuelo es en gran parte una consecuencia de la O. M. I., organización meteorológica internacional, que entiende lo mismo en las actividades aeronáuticas de la meteorología como en las de aplicación económica o en las de investigación. Los servicios radioeléctricos para la navegación aérea parten a su vez del reparto de frecuencias y de otras regulaciones generales, acordadas en Conferencias internacionales de radioelectricidad, que entienden desde las emisiones comerciales a las militares. Naturalmente, que los imperativos militares han aconsejado durante la reciente guerra que muchos servicios o métodos se implantasen sin tener en cuenta las regulaciones generales de carácter internacional. Al aplicar, pues, aquellos nuevos métodos a la aviación civil internacional, se hace preciso un reajuste de los acuerdos internacionales de carácter general.

Con los trabajos previamente realizados en París por las subcomisiones se celebró en Londres, en agosto de 1945, la XXVIII sesión de la C. I. N. A. Sirvió para que se acordara introducir en los antiguos reglamentos numerosas modificaciones surgidas del actual estado del problema; pero la cuestión fundamental de la universalización de los medios y métodos quedó todavía sin resolver.

Más o menos por el mismo tiempo se celebró también en Londres la "2.ª Conferencia de los Dominios ingleses para protección del vuelo", a la cual asistieron no solamente altos jefes militares y técnicos muy destacados del Imperio británico, sino también, según parece, representantes de los Estados Unidos de América y algún observador ruso. No parece aventurado pensar que uno de los principales objetos de esta segunda reunión fué tratar—con intercambio de noticias y discusión de los métodos—de encontrar una lista de medios como base para la deseada universalización. Es de suponer que en este intento se ha avanzado considerablemente; pero hay motivos también para creer que no se ha logrado todavía una concluyente resolución.

En este sentido tiene la máxima importancia la



*Torre de mando del aeropuerto de Nueva York, que registró en un solo día 250 aviones con 3.500 pasajeros.*

próxima reunión que con carácter técnico celebre la O. P. A. C. I. Posiblemente está ya en preparación, dado que a finales de agosto pasado se ha reunido el Consejo interino de la actual organización provisional, y a continuación de ello han comenzado sus trabajos los Subcomités o Secciones derivados del Comité técnico y a los cuales se ha hecho mención anteriormente. Si recordamos el capítulo VII de la sección B del acta final, apéndice V, en la cual la definición de los medios de trabajo y las características técnicas de la organización para protección del vuelo quedaban en el aire hasta que el término de la guerra hiciera posible la divulgación de ciertos métodos militares, se comprende que esta próxima reunión de la O. P. A. C. I. puede ser definitiva. No tendría nada de extraño que después de los intentos ya mencionados, en esta reunión próxima se llegara a un acuerdo sustancial. De aquí el interés que presenta un examen crítico—aunque sea breve—de los conceptos y métodos hoy día en uso.

#### LOS CONCEPTOS GENERALES DE UNA ORGANIZACION

La dificultad de la universalización de los métodos de protección del vuelo reside en la selección de los medios y en el detalle de las instalaciones; en esto intervienen no sólo las privativas particularidades de cada país y de su organización aérea básica, sino también ciertos aspectos económicos de aprovechamiento del esfuerzo de guerra. Porque el primer paso, fundamento de todos los demás, que es la definición de los conceptos básicos de la organización, ha sido ya dado; los conceptos tienen hoy día alcance suficientemente universal, y es dentro de ellos donde habrá de elegirse los medios oportunos, partiendo de la primera selección, o exclusión, obligada por la necesidad de servir a aquéllos.

Consisten, brevemente resumidos, en: a) Dividir las ayudas de vuelo en tres escalones, según atiendan a la

navegación lejana, a las zonas de arribada o al control local. b) Reducir el número de estaciones que comuniquen con los aviones, centralizando en lo posible el servicio. c) Permitir que el plan de vuelo se ejecute lo más automáticamente posible, con intervención, en cierto modo reguladora, de los servicios de tierra.

Conviene aquí un pequeño paréntesis dentro del tema. Aunque el propósito primero de estas líneas se refiere a la organización futura civil e internacional, ni se hace ni puede hacerse abstracción del problema militar. En primer lugar, porque muchos países de economía reducida verán difícil la acumulación de medios que necesitarían para una separación absoluta de los servicios civiles respecto a los militares; sobre todo, cuando la extensión superficial y las dificultades geográficas—que son las que marcan la pauta en la cantidad de medios necesarios—están en desproporción con la economía, puede ser necesario pensar en una organización lo bastante flexible para que atienda a las dos clases de servicios. No implica esto un renunciamiento total al lógico deseo de separar las actividades en lo posible; pero sí significa que dicha separación tendrá que ser limitada en muchos países, haciendo que en gran parte la organización sea común a las dos actividades.

En el orden militar, los tres conceptos básicos anteriormente citados parecen haber tenido plena confirmación en todas las organizaciones conocidas. Se nota incluso una constante evolución de las normas tradicionales; evolución que, aunque lentamente desarrollada todavía, porque el tiempo de guerra no es oportuno para innovaciones, parece marcar su impronta en los futuros reglamentos de servicio. El hecho es que la evolución y el progreso de los medios radioeléctricos que ayudan a la navegación aérea, señalan para la protección del vuelo una personalidad cada vez más decidida y en parte diferente del clásico concepto de las transmisiones. Hasta ahora la organización de los servicios de protección de vuelo en los Ejércitos del Aire es casi calcada de la organización de los servicios de transmisiones de los Ejércitos de Tierra. Pero aun olvidando la intervención y peso de la meteorología en la protección del vuelo, esa evolución citada—que nace del uso de ayudas cada vez más ajenas a las clásicas transmisiones—parece marcar la posibilidad de un nuevo aspecto. Ya en otra ocasión hemos pretendido que, puestos a comparar a la protección del vuelo con algo de la técnica militar terrestre, podía compararse con el zapador, puesto que cumple las dos funciones esenciales que al zapador definen: acompaña a las Unidades en el asalto, allanándoles obstáculos, y prepara el terreno propio para la mejor defensa, permitiendo a las Unidades mayor facilidad de movimientos. A semejanza también del zapador, el despliegue de los elementos de protección del vuelo no siempre coincide con el de las Unidades a quienes sirven, aunque está determinado por éstas; ello, a diferencia de las transmisiones clásicas, cuyos puestos no se conciben a no ser junto a las Unidades a quien sirven.

Claro está que todo ello no puede significar abandono, ni negligencia, de algo tan fundamental como son las transmisiones en su condición de enlace, informa-

ción y traslado de órdenes. Esta es otra cuestión que también necesita ser fundamentalmente atendida; y ya que la base técnica de ese servicio de transmisiones es semejante a la que piden las instalaciones radioeléctricas específicas del servicio de protección del vuelo, no hay impedimento—y hasta pudiera ser aconsejable—que todo ello sea servido por unas tropas de la misma especialidad. Pero entendemos que las actividades del Ejército del Aire tienen ya suficiente personalidad para que no necesiten copiar rigurosamente moldes ajenos, cuando en cambio, pueden convenirles nuevas normas más en consonancia con su especial cometido.

La superposición de actividades civiles y militares sobre una misma red presenta problemas en lo técnico más que en lo orgánico. Los tres conceptos técnicos que antes se han citado como base de una organización, no contrarían ninguno de los dos principios esenciales en el orden militar, que son la facultad de decisión del mando y la flexibilidad para los rápidos cambios de operaciones.

Lo primero, la facultad de decisión del mando, puede conseguirse identificando con los correspondientes puestos de mando a los centros directores de protección del vuelo en las zonas antes mencionadas, donde se agrupan las ayudas según su fin: las zonas de navegación lejana y las de control local, pues las de arribada cumplen mera función balizadora. Por ejemplo, en España—según la organización aprobada en 1943, fruto del estudio de otras extranjeras—, las centrales de navegación (1) corresponden al Estado Mayor de la agrupación aérea más importante de la zona; y los puestos de control local—las torres de mando, según el nombre propuesto precisamente en la organización de protección del vuelo—corresponden a los mandos de los respectivos aeródromos, asimilando éstos en cierto modo a un barco, en que todos los elementos de control dependen de una sola mano, la del jefe o su oficial de servicio, comparando a la “torre de mando” con el puente del buque.

Lo segundo, la flexibilidad para los rápidos cambios de operaciones, puede conseguirse reuniendo en las centrales de navegación, o de mando, todos los elementos e informaciones que precisa el conocimiento total de la situación; la propia por los controles de navegación, la ajena por los puestos de acecho, la atmosférica por los datos meteorológicos. Y a la vez, procurando que la zona de acción de cada central sea lo más extensa posible—lo que se logra por radiofaros y radiogoniómetros de gran alcance—, de modo que la zona que cada central controle esté en proporción con las grandes superficies en que una fuerza aérea puede hoy día modificar rápidamente su centro de gravedad. En España—siguiendo también ejemplos de los contendientes de la reciente guerra—esas centrales están dotadas de medios muy poderosos y concebidas en tres partes en un solo edificio: una para fijar la situación de la navegación (protección del vuelo), otra como

(1) N. de la R.—Más bien “centrales de mando, o directoras”.

puesto director en el cual el mando decide lo que proceda (Estado Mayor), y la tercera como elemento de enlace táctico para transmitir órdenes o información a las Unidades en vuelo (Transmisiones).

No es difícil asimilar esa misma concepción de centrales de navegación y torres de mando, al servicio de las actividades civiles, sustituyendo en cada caso al jefe del aeródromo militar por el jefe del aeropuerto civil. Y posiblemente se presta ello como solución para los países de reducidos medios económicos, donde parte de la red tenga que ser al servicio común; la separación de cometidos es cuestión de normas y reglamentos claramente definidos.

Por eso el conflicto mayor es técnico, no orgánico; es la selección de los medios y es su ordenación geográfica, ya que la posible utilización es muy diferente del orden militar al civil. En el tráfico comercial, más aún en el internacional, basta con "rutas" preparadas con lujo de elementos de tal naturaleza que a bordo no sean necesarias ni muchas instalaciones ni mucho personal. En los movimientos militares se precisa, en cambio, la posibilidad de volar con la misma garantía, sobre todo en el territorio, por una verdadera "triangulación" de ayudas. En el tráfico civil, los aviones pueden establecer enlace sucesivo con elementos escalonados a lo largo de la ruta, de modo que no necesiten emplear a bordo instalaciones complicadas ni de gran potencia. En los movimientos militares, los aviones no deben en lo posible perder su enlace con la central que identifica al mando; aun así, pueden tener a bordo instalaciones más numerosas y potentes que los aviones de comercio. Gracias a ello se estipula el uso de las centrales, de modo que las torres de mando sólo trabajan a distancias de más o menos 100 kilómetros, y precisamente con los aviones que salen o se dirigen al propio aeródromo; a distancias mayores se hace cargo la central correspondiente, en la que debe obrar el plan de vuelo previamente ordenado a la Unidad, o avión de que se trate, y esta central no cesa hasta la proximidad del aeródromo de llegada, o hasta la entrada en la zona de otra central colindante si el vuelo rebasa los límites de la primera.

Técnicamente, pues, puede ocurrir que en cierto aspecto y medida sean irreconciliables las dos actividades: militar y civil. Pero los actuales tráficos transatlánticos vuelven a igualar los problemas, y ello es de gran importancia para los países costeros. El mar, en efecto, no se presta a la organización de "rutas" canalizadas, y, en cambio, se asemeja más al problema que resuelven las centrales de navegación lejana.

Estamos, pues, otra vez en el principio, en los tres conceptos técnicamente básicos: 1.º La división en zonas, para atender: una, a la navegación lejana, controlada desde gran distancia; otra, al control local, es decir, aeródromos con los medios necesarios para asegurar la recalada, para evitar colisiones y para regular el orden de entradas y salidas; y finalmente, una tercera, intermedia, que baliza cierta superficie de terreno para que si se perdiera el control lejano sin entrar en el local, se garantice la arribada sobre territorios bien dotados de medios. 2.º Reducir el número

de estaciones en enlace fijo con los aviones, para evitar la perturbación de una gran densidad de comunicaciones; y también el desconcierto en la elección de corresponsal en situaciones de peligro. 3.º El automatismo posible en la ejecución del vuelo, lo que implica que la ayuda podrá ser mucho mayor y concreta. Este último punto no deja caso de despertar recelos, temiendo que envuelva pérdida de libertad para decidir en el aire. No es así, sin embargo, si el vuelo se ha iniciado con un "plan" bien estudiado que prevea las variantes y que se traduzca en órdenes; y, por otra parte, habrá situaciones delicadas—por ejemplo, varios aviones entre nubes o niebla—en que no quepa al servicio de tierra otra cosa que aconsejar concretamente, sin informar; todo lo cual, claro está que no resta libertad para que el comandante del avión haga lo que estime oportuno, bajo la responsabilidad de su propia opinión sobre la situación.

Y con esto podemos entrar en el análisis de instalaciones y medios en uso. No sin advertir que en lo que antecede, como en lo que sigue, apenas hacemos referencia a lo español, limitándonos a resumir ideas de otros países con mayor experiencia.

#### LA INTERVENCION DEL "RADAR"

La aparición entre los medios en uso del "radar", denominación que simplifica la de "radiolocalización", ha traído como derivación una gran cantidad de nuevos elementos de trabajo. La mayor parte de ellos han permanecido durante la guerra en la lista de secretos militares. Prácticamente siguen todavía en divulgación muy restringida. Desde hace un par de meses a esta parte, algunas revistas profesionales inglesas y americanas, "Flight" y "Aeroplane", principalmente, dedican artículos a este tema; pero son más bien relatos anecdóticos sobre su empleo y contienen relativamente muy poca información de carácter técnico. Personalmente hemos tenido ocasión de visitar algunas instalaciones de los tipos más importantes; pero aun así, no es mucho lo que puede decirse. En resumen, las instalaciones basadas en el "radar" constituyen una fuente de métodos de trabajo que están todavía en su iniciación y sobre los cuales se impone como primera medida una selección rigurosa.

Conviene aclarar, en primer lugar, que la palabra "radar" representa, dentro del género radioeléctrico, a una especie y no a una familia determinada de instalaciones. Aunque fundado en principios de la técnica radioeléctrica, el "radar" como especie no tiene que ver con las transmisiones. Significa, resumido muy brevemente, la posibilidad de lanzar trenes de impulsos de onda decimétrica, que recorren el espacio y que, recibidos después en un tubo de rayos catódicos, se identifican por determinadas señales visuales, las cuales permiten analizar diferencias de fase. En la idea de desarrollar en otra ocasión lo que significa la técnica fundamental del "radar", limitamos hoy la definición de la especie a ese muy escueto resumen.

Si el tren de impulsos se recibe después de reflejado en cualquier obstáculo—aprovechando el compor-

tamiento que en lenguaje llano podemos calificar como análogo al del eco—, entonces aparece una familia de instalaciones “radar” que fué la que primeramente entró en uso. Si el tren de impulsos se refleja sobre aviones desconocidos—por ejemplo, enemigos en la guerra o aviones perdidos y sin enlace con tierra—, da lugar a instalaciones del tipo “localizador” de acecho antiaéreo, o de control de la navegación propia. Si los impulsos se reflejan sobre aviones propios, con enlace con tierra, pero en situación de peligro—como puede ser el aterrizaje entre niebla, o el regreso de aviones de caza en el límite de su radio de acción—, entonces tenemos instalaciones del tipo de “ayuda para vuelo instrumental o para recaladas”. Finalmente, si los impulsos se reflejan sobre obstáculos situados en la superficie—como son barcos en el mar o ciertas zonas de la superficie terrestre—, nos dan lugar a instalaciones del tipo de “visores”, que, en efecto, sirven como tales para el bombardeo o para la navegación.

Como se ve, las variantes del “radar” son muy grandes y resultan erróneas las interpretaciones simplistas que a veces se oyen identificando el “radar” unas veces como elemento de la artillería, otras como elemento de la red de acecho o para la caza de submarinos. El “radar” es un género de trabajo del cual se deducen muy diversas aplicaciones. Y justamente el desarrollo de la guerra parece confirmar, que las más importantes aplicaciones están en el dominio de ayudas para la navegación aérea. Utilizando el tren de impulsos y con ello la posibilidad de obtener diferencias de fase entre dos recepciones diferentes en el tubo Brown, han surgido sistemas de navegación que

tienen muy poco de común con las primeras aplicaciones del “radar”.

En las líneas que siguen procuraremos incluir algunas referencias del empleo de instalaciones “radar”, clasificándolas dentro de los correspondientes tipos de instalaciones para fin análogo, con arreglo al reparto de zonas definido en el primer concepto básico. Trataremos también en lo posible de analizar con sentido crítico a estas nuevas instalaciones, comparándolas con las que se fundan en principios radioeléctricos diferentes. Sentido crítico limitado al empleo, dejando para otras ocasiones análisis técnicos más detallados. Porque no debe olvidarse que la realidad es ésta: el “radar”, pese a la gran cantidad de variantes con que ya se ha manifestado, está sólo en sus comienzos; y aunque ciertos resultados han sido realmente sensacionales, no es aún la panacea universal, ni se advierte que pueda sustituir totalmente a otros elementos de trabajo más antiguos, o a otros nuevos también aparecidos en la guerra sobre bases diferentes.

#### ELEMENTOS DE CONTROL LOCAL

Significa esta denominación general el conjunto de elementos que permiten a una “torre de mando” la posibilidad de ayudar y a la vez verificar el vuelo de los aviones que parten de un aeródromo, o llegan a él, en un radio de más o menos cien kilómetros. Incluye por ello: los elementos para comunicación rápida con los aviones en vuelo, para regular la circulación y prevenir colisiones; las ayudas para aterrizaje instrumental, y los elementos de balizaje para garantizar las



*Mando de circulación aérea en la torre de mando del aeropuerto de Nueva York.*

recaladas. Hacemos aquí un resumen de las novedades en este aspecto y recordamos que la idea fundamental es que la "torre de mando" baste, como su nombre lo indica, para la inspección y el mando de todos los movimientos en el suelo como iniciales al vuelo, y en el aire en el radio de acción señalado, al modo como el puente de mando de un buque cumple un cometido parecido.

Es ya conocido el sistema Bake para aterrizaje instrumental; desde 1928 se está trabajando sobre esa idea, que alcanzó su verdadera eficacia poco antes del comienzo de la última guerra. Como es ya conocido, el sistema Bake se funda en un radio-guía que marca una senda horizontal, sector circular relativamente estrecho, coincidente con el Q. M. S. del aeródromo. La emisión del radio-guía es tal, que en unión de dos balizas verticales a modo de advertencia, forma en teoría una superficie parabólica tangente al aeródromo, siguiendo la cual con el receptor de a bordo, el piloto puede tomar tierra sin ninguna referencia exterior. En la práctica, esa maniobra equivale a un enderezamiento progresivo del avión que en el último instante se encuentra en la postura precisa para la toma de tierra; es decir, el piloto que siga exactamente la maniobra ve una progresiva reducción de su velocidad, hasta que en el último momento llega a la velocidad límite del aterrizaje. En realidad, el margen de inseguridad que a toda instalación hay que conceder, obliga al piloto a no seguir exactamente la maniobra de aterrizaje.

A remediar este mal tendieron las experiencias que más o menos en 1940 comenzaron en el laboratorio de Indianópolis (EE. UU.), dedicado exclusivamente a la protección del vuelo. Acaso no fueron éstas las únicas experiencias en los diversos países; pero son las únicas que conocemos que hayan llegado a resultado satisfactorio, y aun esto muy recientemente. Aún a primeros de este año se consideraba en período experimental. El sistema de Indianópolis se funda en lo siguiente: un radio-guía que evita las desviaciones laterales a la dirección del Q. M. S.; un radio-senda (por emplear los términos de origen) que marca el camino de descenso del avión; y dos balizas verticales como advertencia en el desarrollo de la operación. El radio-guía equivale a un plano vertical; una aguja de un indicador de a bordo se mantiene vertical si el avión permanece en la dirección del Q. M. S. El radio-senda equivale a un plano inclinado respecto al aeródromo, más o menos, tres o cuatro grados; otra aguja del mismo indicador de a bordo antes mencionado, permanece horizontal si el avión se conserva dentro del plano de descenso. Las balizas verticales se utilizan como en el caso del Bake.

El sistema de Indianópolis lleva camino de hacerse internacional. Sobre el Bake antiguo presenta la ventaja de que la maniobra del piloto—por conservarse en un plano inclinado y no en una superficie parabólica—no exige pérdida progresiva de velocidad; en consecuencia, su precisión es mayor. Presenta el inconveniente de que las frecuencias de servicio empleadas son diferentes del Bake, y por ello será necesario cambiar los indicadores de a bordo de los aviones.

El complemento del sistema de aterrizaje instrumental lo constituye una fila de luces especiales, a base de tubos neón, que después de numerosas pruebas han demostrado excelente penetración para la mala visibilidad. Constituyen un complemento para tres aplicaciones: para vuelos nocturnos o de visibilidad limitada, sin necesidad de enlace por radio; en unión de un radiofaro direccional corriente, para permitir la recalada por instrumentos y el aterrizaje por contacto directo; finalmente, para suplementar el papel de las balizas verticales en el aterrizaje instrumental.

Con estas nuevas facilidades y con los sistemas normales para la recalada, tales como el "Rolland", o el radiofaro de identificación, o mejor aún, el radiofaro direccional, los aeródromos adquieren suficiente garantía para la llegada y salida de los aviones individuales. Queda, sin embargo, el caso de una gran acumulación de aviones sobre un mismo aeródromo, en un mismo momento y en malas condiciones de visibilidad, caso frecuente en operaciones militares y no raro en actividades comerciales.

El radiolocalizador corriente, primera versión de la especie "radar", nos proporciona un método eficaz para que en la torre de mando se "vea" constantemente cuál es la situación de los aviones en las proximidades del aeródromo. El sistema es muy parecido al que se emplea para ayudar a los aviones de caza, entre nubes, en su avance contra el enemigo, o en su regreso al aeródromo de partida; particularmente cuando la dificultad de romper el contacto en el combate, coloca a los aviones de caza en difíciles condiciones de regreso, porque no saben exactamente su situación y están en el límite de su autonomía. El empleo que en esta guerra se ha dado con el fin anterior a una parte de la red de acecho, o mejor de alarma—empleo típicamente de ayuda a la navegación—, sirve como base para el control local en los aeródromos. Si un radiolocalizador apuntado con un determinado ángulo sobre el horizonte gira sobre el eje vertical con una velocidad que esté de acuerdo con la naturaleza de los impulsos, equivale a un barrido de la atmósfera comprendida en el ángulo en que el radiolocalizador se apunta. Cada vez que el radiolocalizador se dirige a un avión, aparecerá una señal en la pantalla del tubo de rayos catódicos; si la velocidad del giro es suficiente para que en cada vuelta la retina retenga la señal de la vuelta anterior, tendremos de hecho en la pantalla una serie de manchas que señalan la posición relativa de los aviones en la atmósfera barrida por el instrumento.

Este es el sistema que hoy se encuentra en período experimental. Permite no sólo hacerse una idea visual de la posición relativa de los aviones en la atmósfera, sino también comprobar si se acercan o se alejan, medir distancias y relacionar las alturas de cada uno. Permite también un repetidor en la torre de mando, de modo que directamente el oficial de tráfico tiene los datos que en espacio abierto obtiene la instalación. Con ello, el oficial de servicio en la torre de mando puede tomar sus medidas para evitar choques, regulando el orden de las maniobras de aterrizaje o despegue de cada uno de los aviones.

Queda, finalmente, la forma de transmisión de las órdenes o noticias, desde la torre a los aviones. La tesis americana, por ejemplo, apoya el uso de la radio-telefonía. Sin duda, es el sistema más cómodo, ya que ello supone un enlace constante de la torre con los aviones tanto en vuelo como en tierra, y se pueden regular todas las maniobras desde que el avión comienza a rodar por la pista de circulación. El inconveniente grave, en cambio, al menos desde el punto de vista europeo, es la necesidad de hablar en idiomas muy diferentes, a no ser que se emplee un lenguaje convenido y reducido, al estilo del código "Q", en cuyo caso se atenúa en gran parte la ventaja. Otro inconveniente de menor escala es la necesidad de llevar a bordo un receptor y un emisor especiales.

Los esfuerzos ingleses caminan por otra vía. Actualmente se halla en experimentación un sistema de enlace que es más claro y rápido que el código "Q", sin necesidad de hablar diferentes idiomas. Se funda en un enlace radioeléctrico, acompañado en la torre de mando y en los aviones por unos tableros de teclas a modo de una máquina de escribir. En la torre de mando hay un cuadro de cuarenta números, uno por cada uno de los cuarenta aviones a que puede atenderse a la vez; y en la torre de mando y en el avión hay otros tableros, iguales en ambos casos, con un cierto número de señales convenidas; por ejemplo, un ojo indica visibilidad. Cuando un avión pide informes, en la torre de mando se ilumina el número que al avión corresponde, con una coloración verde para distinguirlo de los demás. Automáticamente, en el tablero del piloto una luz blanca indica que se ha establecido el enlace. Si el piloto pulsa la tecla del informe que desea—por ejemplo, visibilidad—, se ilumina en la torre de mando la señal correspondiente, en este caso un ojo; y a la vez, en el cuadro del piloto aparece de nuevo la luz blanca, prueba de un enlace correcto. Si el enlace no es correcto, aparece una luz roja. La torre de mando contesta pulsando la tecla correspondiente al informe, seguida del número correspondiente al dato; por ejemplo, 100 metros de visibilidad. Automáticamente, en el tablero del piloto aparece iluminado el ojo y el número 100. Si este sistema logra vencer el período experimental simplificando las instalaciones, se habrá encontrado un medio realmente simple y claro, que facilitará grandemente el problema del control local.

#### ELEMENTOS DE NAVEGACION LEJANA

Se considera que el problema fundamental de la aviación moderna está en la navegación a larga distancia; para los aviones comerciales, a causa de los grandes recorridos previstos hoy sobre los mares; para los aviones militares, por razón de aprovechamiento máximo de la carga y de rapidez y precisión en el cumplimiento de objetivos ofensivos. Hasta hace poco el problema de la seguridad del vuelo estaba en la arribada y en el control local; aunque parezca perogrullada, todo aviador sabe que el riesgo está en el contacto con el aeródromo de llegada. Pero razones económicas en un caso, o de rendimiento militar en otro,

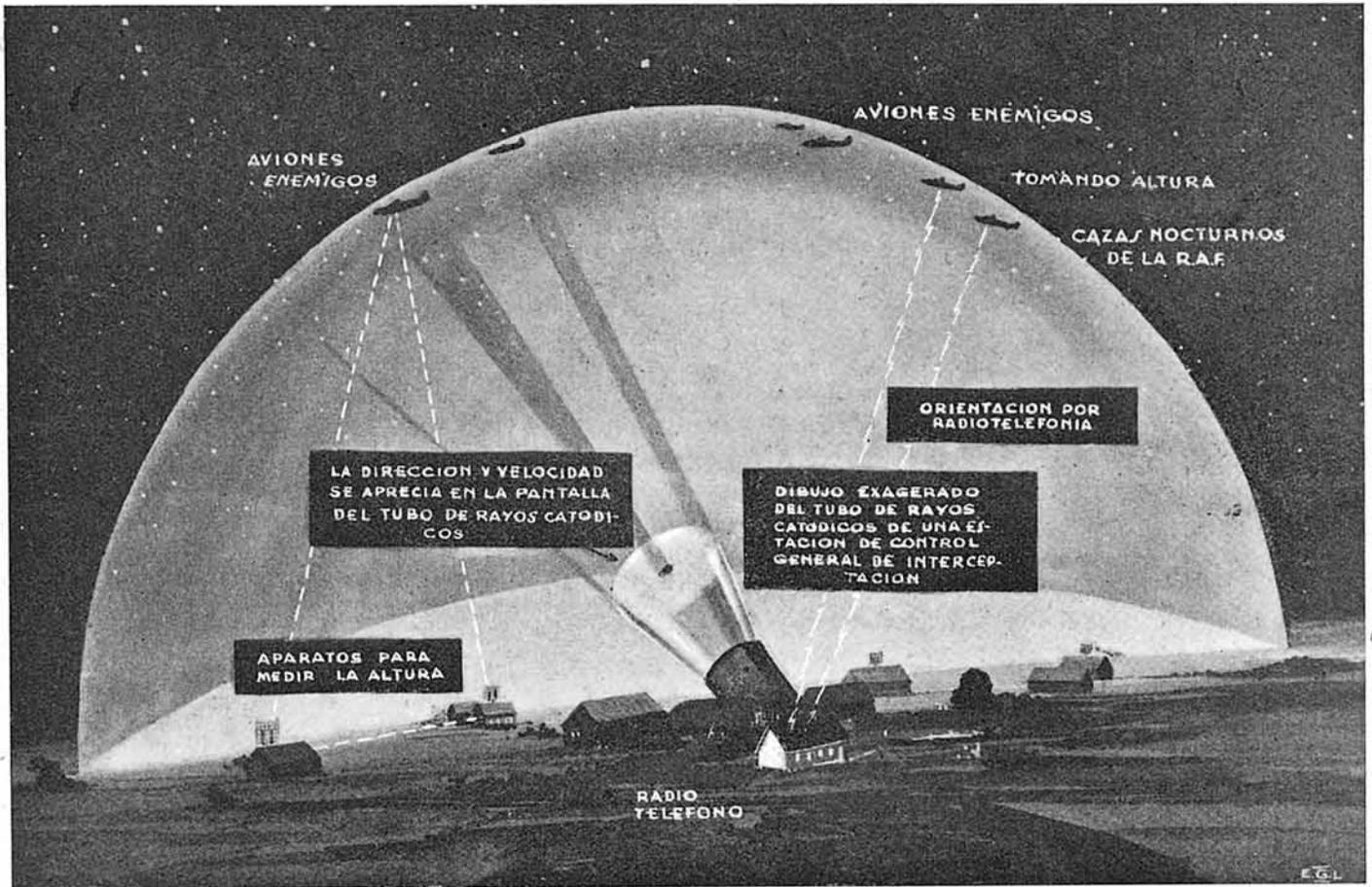
centran hoy el problema máximo en la navegación a larga distancia; es decir, más allá de los 100 kilómetros, que es el radio de acción de los medios de control local y de los radiofaros de poca potencia y de los radiogoniómetros habituales hoy en uso.

En el sistema civil de rutas canalizadas, el problema se resuelve por el escalonamiento a corta distancia de cadenas de apoyo. Pero cuando se trata de volar sobre el mar o sobre terrenos de difícil infraestructura, con carácter comercial, o cuando se trata de volar en misiones militares sobre terreno enemigo, y por ello no preparado para los fines propios, se hace indispensable encontrar medios de gran alcance sin pérdida de precisión. Puede decirse que estos medios no han sido plenamente conquistados hasta la reciente guerra.

Podemos reducir a cinco los sistemas hoy más en uso, los cuales pretendemos relatar y comparar brevemente. De ellos, dos corresponden al género "radar", mientras que los otros tres responden a fundamentos diferentes. De ellos también dos corresponden al sistema de navegación hiperbólica, mientras que los otros tres responden al criterio de que las líneas de posición sean rectas. De los cinco, a nuestro juicio, sólo dos resuelven el problema para las muy largas distancias, superiores a 1.000 kilómetros, que ya son hoy de normal utilización.

El sistema de un radiofaro combinado con "radar" es principalmente útil cuando el avión se dirige al lugar donde el radiofaro está emplazado. Sintoniando el receptor de a bordo con el radiofaro de que se trata, aparecen iluminadas sobre la pantalla de un tubo de rayos catódicos una raya vertical que sirve para medir distancias en tres escalas diferentes, de 100, 50 y 10 millas, y una señal variable situada transversalmente a la raya vertical. La situación a la derecha o a la izquierda de la raya variable respecto a la vertical, indica al avión si tiene el radiofaro a la derecha o a la izquierda. Cuando la señal variable transversal está centrada con la raya vertical, el avión se dirige exactamente al radiofaro, y la distancia que le separa del mismo puede medirse en la escala correspondiente. Con un poco de práctica, la precisión es incluso de menos de media milla; pero la utilización de este sistema no es muy grande, ya que, salvo si el avión se dirige hacia el radiofaro, no se obtiene una marcación concreta de la posición del avión. Por otro lado, su precisión no es aceptable más que dentro de las cien millas, y en consecuencia no puede estimarse este método como de navegación lejana, sino más bien como de arribada, a no ser que progresos hoy en curso le permitan aumentar mucho su radio de acción. En el lenguaje de guerra, este sistema se ha conocido como "rebeca-eureka".

De mucha mayor utilidad es el sistema "G", también basado en el "radar". Pertenece al sistema de navegación hiperbólica, en el que, como ya es conocido, las líneas de posición corresponden a diferencias de tiempo. Al fin y al cabo, toda la navegación no es otra cosa que intersecciones de líneas de posición. En la



Estación del servicio general de interceptación ayudando a la caza nocturna inglesa en la localización de aviones alemanes.

(De The Sphere.)

navegación observada esas líneas son accidentes geográficos claramente identificables en una carta aeronáutica. En la navegación a estima, las líneas son la recta que representa el rumbo seguido por el avión, y el arco de circunferencia que representa la distancia correspondiente a su velocidad. En la navegación radiogoniométrica, las líneas son las marcaciones de dos o varios radiogoniómetros. Finalmente, en la navegación hiperbólica, las líneas de posición equivalen a diferencias de tiempo.

En el sistema "G", una estación maestra emite trenes de impulsos que son recibidos por varias estaciones corresponsales. Una cadena típica en este sistema la forman tres corresponsales; dos de ellas, B y C, por ejemplo, sirven concretamente para la navegación, mientras que la D es un auxiliar para mejorar la precisión. Los trenes de impulso de la estación maestra se reciben por las corresponsales, las cuales los subdividen de manera que resulte una frecuencia de impulsos mitad en B y en C que en la maestra, y tercera parte en D. Hecha la subdivisión de frecuencia de impulsos, las corresponsales emiten trenes semejantes a los de la estación maestra y sincronizados con ella. Si un avión recibe a la vez las indicaciones de B y de C, puede, por diferencia de fase en la recepción, conocer la situación relativamente a dichas estaciones. De la misma manera que sucede con los fonolocaliza-

dores, tenemos aquí un sistema de navegación por líneas hiperbólicas. Uniendo todos los puntos en los que resulta la misma diferencia de fase entre la estación maestra y la corresponsal B, obtendremos una línea—hipérbola—correspondiente a esa diferencia de fase que puede identificarse por un simple número; resultará así una familia de hipérbolas para la estación B. De la misma manera podemos obtener otra familia de hipérbolas para la estación corresponsal C. Por interpolación entre las líneas dibujadas en la carta, para cada familia imaginamos toda la carta cubierta de hipérbolas; la intersección de dos de las líneas, una de cada familia, nos da la situación del avión. La descripción detallada del sistema y de su empleo en vuelo merece una atención más detallada en otra ocasión. Por ahora, y aunque con carácter sólo anecdótico, nos referimos a los detalles que da la revista "Flight" en su número del 6 de septiembre de 1945; así tenemos noticia de que en el bombardeo de mil aviones sobre Colonia el 31 de mayo de 1942, hubo un 30 por 100 de blancos seguros, atribuidos en gran parte a la presencia de unos trescientos aviones equipados con el sistema "G".

La carta de navegación que necesita el sistema "G" es muy parecida a la que se emplea en el sistema "QM", aunque éste no tiene nada que ver con el "radar"; ni emite trenes de impulsos, ni trabaja con frecuencias

muy elevadas como el "radar". El sistema "QM" se funda en que una estación maestra emite en onda media una señal determinada, la cual se recoge por varias estaciones corresponsales, que modifican la longitud de onda y vuelven a emitir la misma señal en sincronía perfecta con la estación maestra. Como en el sistema antes descrito, un avión que reciba a la vez a la estación maestra y a cada una de las corresponsales, puede conocer su posición por la diferencia existente entre las diversas señales recibidas. Resultan, como antes en la carta de navegación, líneas hiperbólicas. Y el indicador de a bordo se ha simplificado de tal manera, que por simple lectura de unas agujas sobre cada uno de dos relojes, el navegante obtiene en forma directa los datos numéricos que debe trasladar a la carta especial de navegación (1). En uno de los últimos números de "Flight" aparece una descripción del navegador "Decca"; la descripción es tan sucinta, que no nos permite asegurar que el sistema es el conocido por la denominación "QM", aunque lo que la revista cuenta parece indicar una gran coincidencia. En todo caso, será útil un estudio comparativo de estos sistemas a medida que se vayan poseyendo mayores datos técnicos.

Por de pronto, se puede adelantar alguna impresión. Lo mismo el sistema "G" que el sistema "QM", son muy fáciles de emplear por el navegante en el aire; y, en efecto, parecen dar una gran precisión en ciertos márgenes de distancia. Con uno de estos sistemas, o quizá con alguna variante empleada en la guerra, se hizo la prueba de dirigir sin visibilidad exterior a un avión sobre la catedral de San Pablo, en Amberes, con un resultado de precisión extraordinaria. Pero si la precisión es grande, no lo es, en cambio, la distancia, y probablemente aún menos en el sistema "QM" que en el "G"; fácilmente se comprende para ambos la dificultad de lograr una sincronización perfecta entre la estación maestra y las corresponsales, si la distancia que las separa es muy grande; y, al fin y al cabo, esta longitud de la base es la que determina la distancia de empleo con buena precisión. Acaso el sistema "QM" se presta todavía menos que el "G"; pero, en cambio, tiene la ventaja de que, por emplear emisiones corrientes de onda media, las instalaciones terrestres y a bordo son mucho más sencillas que para el sistema "G". Las que personalmente conocemos de este último son extraordinariamente complicadas, más en tierra que a bordo, si bien la facilidad del vuelo parece compensarlas. A nuestro juicio, la mayor dificultad de ambos sistemas consiste en que su radio de acción difícilmente puede llegar a los 1.000 kilómetros, aun con operadores de excepción.

Los otros dos sistemas mundialmente calificados como útiles son conocidos por estar en servicio en España. La radiogoniometría Adcock con ondas de altas frecuencias, con indicadores visuales para la marcación, permite fijar líneas de posición a distancias de varios miles de kilómetros con errores de alrededor de

(1) N. de la R.—El sistema "QM" parece ser especialmente usado por la Marina; en razón a que las ondas empleadas en el "G", pueden cortarse a grandes distancias, para la observación en la superficie terrestre.

un grado de arco. Ciertamente que el defecto de la radiogoniometría es que el error de situación es proporcional a la distancia, puesto que la precisión es angular y no lineal; pero éste es defecto de poca monta si se compara con la facilidad que el radiogoniómetro proporciona de seguir líneas rectas para la arribada, en lugar de las hipérbolas de los sistemas anteriormente descritos. Las instalaciones terrestres de radiogoniometría son, por otra parte, muy simples. Y si vence el período experimental, el actual intento de que las marcaciones del radiogoniómetro se repitan a distancia con indicaciones visuales, entonces habremos conseguido que las centrales de navegación tengan directamente el dato necesario, sin necesidad de perder tiempo en una comunicación telefónica.

El inconveniente mayor de la radiogoniometría es que la navegación la lleva la central de tierra y no el navegante en vuelo; en el orden comercial, esto no complica mucho, pero puede ser enojoso en las actividades militares. El radiofaro "Sol", usado en España, equivale a una radiogoniometría de gran precisión, cuyos datos obtiene directamente el navegante en vuelo. Como es sabido, el sistema "Sol" se funda en una estación que emite sectores de rayas y de puntos alternativamente; y de tal modo, que el rayo que separa un sector del contiguo gira barriando el sector y transformando paulatinamente las rayas en puntos y los puntos en rayas. La instalación en tierra es complicada; pero la instalación a bordo se reduce a un simple receptor de onda media. Y aunque no tiene indicadores visuales en el tablero del piloto, su empleo a bordo es muy fácil; al fin y al cabo, tampoco los sistemas del género "radar" pueden todavía poner su indicador en el tablero del piloto, mientras no disminuya el tamaño de los tubos de rayos catódicos. El sistema "Sol" es útil para distancias superiores a 1.000 kilómetros, con errores inferiores a la mitad de un grado de arco; y por todo ello va adquiriendo renombre mundial, pese al reducido número de estaciones que existen, y por ello, a la limitada práctica que han podido obtener la mayor parte de los técnicos y pilotos cuya opinión pesa hoy día.

#### ELEMENTOS PARA LAS ZONAS DE ARRIBADA

Se distinguen en este apartado todos aquellos elementos que, sin ser indispensables a un aeródromo, tampoco constituyen base de un sistema de navegación a larga distancia sobre toda la superficie de su acción. La mayor parte de los elementos que entran en la organización de rutas canalizadas, pueden clasificarse en este apartado. Su misión es garantizar la arribada de los aviones a ciertas zonas limitadas, desde donde puedan encontrar otros medios sucesivos de apoyo; también pueden clasificarse aquí los que tienen por misión llevar al avión sobre una zona limitada donde está el objetivo del avión.

El conocido radio-range, de origen americano, permite obtener, a partir de un punto, cuatro direcciones o pequeños sectores circulares, o bien ángulos estrechos, en los cuales se oyen señales determinadas; por ejemplo, una raya continua en cada sector, mien-

tras que se oye alternativamente un punto y raya (**a**) y una raya y un punto (**n**) en los espacios comprendidos entre las cuatro direcciones señaladas. Además de esto, el cono de silencio sobre el radio-range permite también comprobar el momento de paso por la vertical de la instalación, lo cual asegura la arribada. Complemento son las balizas o radio-marker, también de origen americano, como son el "FM" (fan marker), el "Z" (zone marker) y el "MH" (Homing marker), aunque este último es más bien un radiofaro no direccional. Todos los radio-marker facilitan al piloto el conocimiento de su situación a lo largo del camino marcado por una de las direcciones de un radio-range. La gran variedad de estas instalaciones aconseja que el asunto se trate aparte en otra ocasión.

Dentro de este mismo apartado podríamos considerar alguna de las instalaciones que hemos citado en las de navegación a larga distancia. Por ejemplo, el radiofaro combinado con el "radar" es concretamente una excelente instalación para arribadas, según ya hemos explicado. Y apurando el razonamiento, el mismo sistema "G" tiene aquí su más clara aplicación.

Otros sistemas muy especiales, usados en la guerra por el Mando de Bombardeo de la R. A. F., pueden tener cabida en esta misma agrupación. Se trata de sistemas que permiten identificar ciertas zonas, pero que no son de uso suficientemente universal como sistemas generales de navegación. Entre ellos, los más curiosos quizá son el "Oboe" y "H2S", de los cuales viene una descripción anecdótica de su empleo en la revista "Flight" en el número del 6 de septiembre de 1945, que, desgraciadamente, no trae muchos datos técnicos.

El sistema "Oboe" ha sido principalmente empleado por aviones de exploración o patrullas en vanguardia de los bombarderos. Exige tal sistema que los pilotos sean de elevada calidad, tales como pueden ser los que en vanguardia de las grandes formaciones marcan el camino de los bombarderos. El sistema se funda en dos estaciones en tierra, además del emisor especial de a bordo. Una de las estaciones terrestres equivale a un radiofaro direccional, cuyo haz sea orientable y que se orienta precisamente en la dirección del objetivo que se pretende. Sobre el haz principal, el piloto oye una raya continua, resultado de las indicaciones laterales: una **t** a la derecha y una **e** a la izquierda, que son complementarias. El haz es notablemente estrecho, y la senda que marca es curvilínea, circunstancias ambas que exigen una gran calidad en el piloto para no salirse del haz. Como ayuda hay otros haces concéntricos que, a derecha e izquierda del principal y a intervalos conocidos, se identifican por letras: **x**, **y**, **z**. Cuando el avión permanece en el haz va transmitiendo señales que se reciben en la segunda estación de tierra, la cual sirve para hallar las distancias del avión desde el punto de partida, y con ellas dar al bombardero o al navegante la indicación de proximidad al objetivo. Para que la distancia sea correcta, el piloto debe volar con altura y velocidad constantes. Como a unos diez minutos de vuelo antes del obje-

tivo el navegante comienza a oír una serie de señales convenidas que finalizan en una especial, el término de esta señal es el momento de ejecutar el bombardeo. El sistema es realmente sensacional para operaciones sobre una capa de nubes, y los resultados obtenidos parecen ser muy satisfactorios; comenzó su empleo en 1943, y se le atribuyen éxitos del 80 por 100 de blancos seguros. Pero en orden a la navegación, este sistema no aporta interés especial, tanto por su limitada utilización, como por la exagerada complicación de las instalaciones terrestres.

Del sistema "H2S" es del que posiblemente se han visto más informaciones gráficas. Pertenece al género "radar" y tipo de los que hemos clasificado anteriormente como "visores"; y su idea es de una gran sencillez, una vez conocido el empleo de los radiolocalizadores giratorios para el control desde tierra. Consiste, en resumen, en que un radiolocalizador de a bordo—análogo al que emplean los aviones de caza nocturna—se coloca de modo que su eje se dirija hacia el suelo; a la vez que emite trenes de impulsos con su antena parabólica, gira, y con ello barre un cono del espacio, que determina sobre el suelo una superficie que es proporcional a la altura de vuelo. Los impulsos lanzados desde el avión se reflejan en los obstáculos del suelo y se reciben de nuevo en el avión, apareciendo como señales en la pantalla del tubo de rayos catódicos. Aunque no con la misma técnica, el sistema se parece al radio-altímetro. Los impulsos no se reflejan en el agua, y por ello donde haya una línea de separación entre agua y tierra, se obtendrá en la pantalla del avión una señal clara y posible de identificar. No sucede lo mismo con reflejos sobre obstáculos terrestres de diversa naturaleza, aunque no es imposible obtener una idea bastante gráfica de una ciudad si es de urbanización suficientemente concentrada. Igualmente pueden identificarse sobre el mar ciertos obstáculos, como son los buques. El sistema se empleó, parece por primera vez, a mediados de 1943 sobre Hamburgo, y desde entonces no ha dejado de preocupar a todos los técnicos. Tiene la gran ventaja de su autonomía, puesto que el avión se basta a sí mismo; pero no es prudente exagerar su eficacia. Hay quien pretende que con su uso toda la navegación, aun sobre nubes, se convertirá en navegación observada; pero está muy lejos de ello. Sobre el mar no indica nada; sobre tierra, sus indicaciones son generalmente de poco valor, a no ser que aparezcan obstáculos muy marcados; su verdadera aplicación reside en los contrastes entre agua y tierra. Por esto, mejor parece clasificarlo como instrumento de arribada sobre ciertas y determinadas zonas (1).

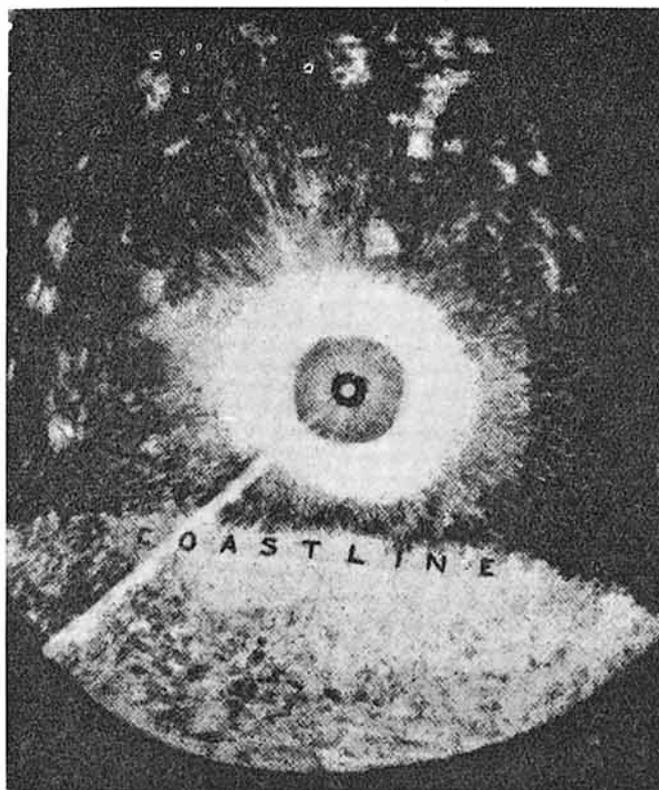
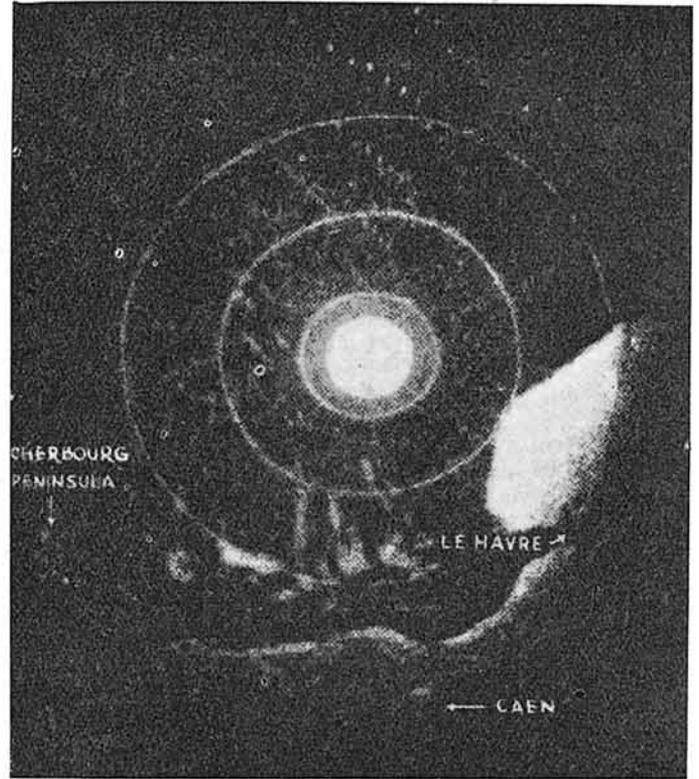
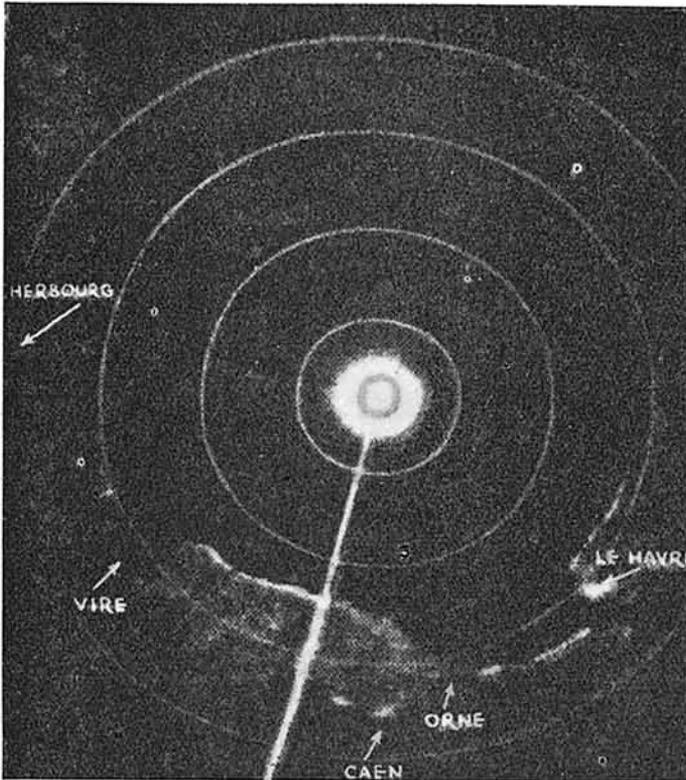
(1) N. de la R.—Además de estos sistemas, podría incluirse el muy empleado de los radiolocalizadores Wirsburg y Freya, que por parejas determinan zonas eficaces para la navegación y arribada de los aviones de caza al inicio y término del combate. Por su aplicación entre nubes y por la noche, muchos de esos radiolocalizadores se incluyen—formando redes—en el sistema de protección de vuelo, además de su misión de acecho.

**RESUMEN**

Como hemos pretendido al principio, estas líneas constituyen un índice de asuntos; algunos será posible tratarlos desde ahora, pues ya se conocen suficientes elementos de juicio; otros asuntos convendrá mejor que esperen a una mayor divulgación de los fundamentos técnicos.

Lo evidente es que la Aeronáutica posee hoy día una

muy numerosa serie de sistemas de trabajo, la mayor parte aún en pleno desarrollo, y capaces de proporcionar al navegante aéreo, en un futuro próximo, un grado de seguridad y de precisión en el vuelo, tan grande o quizá mayor que lo que demandan las excepcionales características de explotación de los aviones hoy en uso.



Estas tres fotografías fueron publicadas por primera vez en la revista "Impact", de la Aviación estadounidense, de circulación limitada al personal militar. Corresponden a tres vistas de la pantalla "radar" de un avión de reconocimiento volando sobre un espeso banco de nubes encima de la costa francesa del Canal el día del desembarco.

Los círculos concéntricos que aparecen en las fotos per-

miten un cálculo rápido y aproximado de distancias.

En la segunda fotografía aparece la flota de desembarco como una acumulación de puntos luminosos.

En la tercera, tomada a menor altura, las embarcaciones eran tan numerosas, que su reflejo en la pantalla "radar" aparece como un borrón de luz, igual que una nebulosa, compuesta de miles de estrellas en el cielo de noche.