



Por LUIS DE AZCARRAGA

De modo empírico, el control del tráfico aéreo nació con la navegación aérea. Aunque en forma muy rudimentaria, desde el momento mismo en que el avión comienza a enlazar unos lugares con otros, aparece también algún procedimiento para verificar ese tráfico. En su principio, sin embargo, se limitaba a conocer con la antelación posible cuál era el propósito del navegante aéreo, y a confirmar después el feliz cumplimiento o las incidencias ocurridas en la ejecución del plan de vuelo. No era, pues, un verdadero procedimiento de gobierno, en el sentido que tiene la ordenación del tráfico para evitar riesgos y para ayudar al navegante a lo largo de su camino. No había, sin embargo, propósito mayor, en el tiempo de la navegación observada y de estaciones radiotelegráficas inseguras y rudimentarias a bordo de los aviones.

La técnica del control del tráfico aéreo progresa a la vez con el desarrollo de los enlaces radiotelegráficos a grandes distancias y con la sucesiva aparición de instalaciones terrestres, que ayudan a la navegación aérea a distancias cada vez mayores. La primera ordenación categórica del tráfico aéreo se deduce del radiogoniómetro en tierra. Por intercesión de marcaciones, mejor aún si son triangulaciones radiogoniométricas, ciertos puntos en tierra están en condiciones de coordinar los movimientos de un gran número de aviones en un mismo tiempo; y de ordenarlos así, para el mayor rendimiento posible del trá-

fico sin riesgo de colisiones. Sólo es cuestión de detalle, si el apoyo se presta por medio de centrales repartidas sobre la triangulación, o si se hace por sucesivo encadenamiento de avisos a lo largo de rutas determinadas.

El radiogoniómetro terrestre es, sin embargo, una ayuda de navegación que se satura relativamente fácil. A medida que aumenta la velocidad de los aviones en su crucero, es mayor también la precisión que debe exigirse para determinar la posición del móvil. La precisión en el radiogoniómetro es función directa de la coincidencia, en el mismo tiempo, de las marcaciones que al cortarse dan la posición. De todo ello se deduce que, a medida que aumenta la velocidad de los aviones, un radiogoniómetro es útil, supuesto el mismo grado de precisión a obtener, para menor número de aviones. Hoy en día, alrededor de diez a doce aviones son número suficiente en vuelo instrumental para saturar un triángulo radiogoniométrico, a no ser, claro está, que en cada vértice haya varios radiogoniómetros en trabajo simultáneo.

Otras ayudas de la navegación, particularmente aquellas en que la determinación de posición se hace por el propio navegante aéreo, como son, por ejemplo, los radiofaros (dirigidos o no) y un cierto número de sistemas "radar", permiten hoy día aumentar notablemente el número de los aviones observados por una misma central en

condiciones de mala visibilidad o de navegación instrumental.

Pero lo que marca un nuevo carácter a la técnica actual de control del tráfico aéreo, es la saturación de la atmósfera como camino. Para un aviador no es ningún motivo de asombro la rápida saturación del espacio aéreo. Varios factores intervienen en ello. El primero es, de nuevo, la gran velocidad de los aviones actuales, y con ello la notable diferencia de velocidades que puede haber en un momento dado entre dos aviones en rutas que se cruzan, o sobre una misma ruta; a medida que la velocidad aumenta, es preciso contar con un mayor margen de seguridad para evitar colisiones, margen que, bien sea en separación horizontal o vertical, se traduce sin remedio en ocupación mayor del espacio aéreo. El segundo factor es la intervención de ciertos accidentes meteorológicos; la formación de hielo, por ejemplo, restringe el escalonamiento en altura; un viento de cierta fuerza y la deriva que ocasiona, complican los movimientos relativos y obligan a mayor previsión.

Esta saturación del espacio aéreo no es de carácter uniforme, como puede fácilmente comprenderse. Los alrededores de ciertos aeródromos presentan zonas de mayor congestión que otras zonas intermedias en las rutas aéreas. Esto trae como consecuencia una división natural de las zonas de control de tráfico, de los procedimientos que deben aplicarse, y de la precisión que se desea obtener. Pero en definitiva, todo ello conduce al mismo planteamiento del problema. Esto es, el escalonamiento de los aviones en la llegada y salida de los aeródromos y a lo largo de las rutas, a la manera como lo hacen los enclavamientos y sistemas de señales en los ferrocarriles; es decir, dando paso unos a otros aviones de manera que se logren a la vez estas dos condiciones: supresión de colisiones y aumento de la capacidad de tráfico en un camino determinado.

Ya hoy en día, pese a que aún no se han desarrollado ampliamente todas las posibilidades de la aviación actual, en ciertos lugares la densidad de tráfico alcanza cifras muy considerables. Durante la pasada guerra, por ejemplo, la central de tráfico de Prestwick (W. de Escocia) ha registrado algún mes, más o menos, tres mil quinientas

travesías transatlánticas, número que, unido a los vuelos de menor cuantía realizados con aviones de otro tonelaje y otra velocidad que los transatlánticos, representa una notable complicación en la ordenación del tráfico. Para no recurrir a valores extremos, citemos, por ejemplo, el aeropuerto de Moisant, en la ciudad de Nueva Orleans, que no es de los primeros nudos del tráfico en los Estados Unidos. En el mes de junio último, ese aeropuerto ha registrado el aterrizaje de cerca de cuatro mil aviones, de los cuales noventa y seis servicios diarios corresponden a siete Empresas de servicio aéreo regular.

Las cifras anteriores, a modo de ejemplo, no indican todavía el verdadero alcance de la saturación del espacio aéreo. El reparto de esa gran cantidad de movimientos no es, claro está, homogéneo a lo largo del día; ni tampoco la hora de máxima congestión es la misma en unos aeródromos que en otros. Tenemos, por ejemplo, tres casos bien marcados. Para un aeródromo que sirva de terminal o de origen de líneas, la hora de máxima carga debe, naturalmente, corresponder al principio o al final de la jornada normal de trabajo; es decir, entre ocho y nueve de la mañana, o entre cinco y seis de la tarde, teniendo en cuenta al hablar de movimientos lo mismo los despegues que los aterrizajes. En cambio, un aeródromo que sirva principalmente como apoyo intermedio de largas rutas, es natural que tenga su congestión durante la noche o en las primeras horas de la madrugada, puesto que la noche suelen aprovecharla los aviones que recorren largas etapas. Finalmente, un término medio, bastante indeterminado y complejo, es el aeródromo que a la vez tiene de terminal y de etapa intermedia. Y no hay solamente entre esos aeródromos diferencias marcadas en cuanto a la hora de máxima congestión, sino que también son muy diferentes de uno a otro los porcentajes que a dicha hora corresponden frente al total del tráfico en un día.

Ideas generales del control del tráfico.

Dos características particulares deben servir hoy de base de un sistema de control del tráfico. La primera es que a la antigua flexibilidad de la corriente de tráfico sobre los aeródromos de céspedes, ha susti-

tuido hoy una rígida canalización de movimientos sobre las pistas. La antigua posibilidad, desordenada si se quiere, pero también aprovechable, de aterrizaje simultáneo de varios aviones, ha sido sustituida hoy por la formación de trenes de aviones que entran y salen sobre un mismo eje. El aumento de tonelaje de los aviones ha hecho, sin embargo, inevitable la creación de las pistas, pese a su carácter aparentemente restrictivo.

La segunda característica es, que la atención debe particularmente dirigirse al espacio aéreo. Las condiciones físicas de un aeródromo son relativamente fáciles de mejorar, prescindiendo del costo; la multiplicación de pistas paralelas, multiplica en el mismo grado de capacidad de tráfico propia del aeródromo. Pero el espacio aéreo en la zona de aproximación del aeródromo (más o menos, veinte kilómetros de radio), con la servidumbre de los obstáculos geográficos y artificiales, no es fácil de modificar; es ahí donde se produce la saturación cuando la visibilidad disminuye, y es sobre ese espacio donde deben concentrarse los medios de apoyo.

Hoy día el progreso científico proporciona una gran cantidad de medios de ayuda. Pese a que muchos no están todavía más que en estado de esperanza, hay suficientes incluso para que la dificultad esté en una acertada elección y combinación de los mismos, sobre la base de que cualquier sistema que se elija debe gozar de flexibilidad en su aplicación, puesto que los problemas del tráfico aéreo y la forma de resolverlos están en constante evolución y cambian rápidamente.

El mejor medio de acertar con una buena combinación de ayudas para el tráfico es, naturalmente, compenetrarse bien con el objeto de la ordenación del tráfico y con sus diversas características. De antemano se advierte, por ejemplo, que no es lo mismo la ordenación de aviones que vuelan en largo recorrido, a su velocidad y altura de crucero, en régimen perfectamente definido, y la de aquellos otros que se acercan a un aeródromo, descendiendo y convergiendo desde rutas muy diversas, cuando se atraviesa una zona de mala visibilidad. Y lo que es aún más importante, la dificultad mayor está ciertamente en el control de los aviones en la zona de aproximación y en

las entradas y salidas del aeródromo; pero esto, es decir, la aproximación y el movimiento inmediato al aeródromo, está a su vez directamente afectado por lo que suceda a lo largo de las rutas con los aviones que en ellas se encuentran. Son, en definitiva, los aviones en ruta y su escalonamiento, los que determinan la posibilidad de que un avión despegue o aterrice sin causar perturbaciones.

Con frecuencia se juzga al control del tráfico como una necesidad para evitar colisiones, es decir, para aumentar la seguridad del vuelo. Esta es, desde luego, una exigencia fundamental; pero ni es la única, ni tampoco la que marca el límite del control del tráfico. Al fin y al cabo, los países no poseen medios económicos indefinidos, y pronto aparecería un límite de gastos si se tratara solamente de la seguridad; bastaría con imponer restricciones en ciertas condiciones de vuelo, impidiendo la salida de aviones o haciéndolos volver a su origen cuando fuera excesiva la densidad del tráfico con arreglo a las condiciones atmosféricas existentes.

Pero en definitiva ello sería introducir en el tráfico aéreo una nueva forma de irregularidad; y bien sabido es que hoy en día es cada vez más importante la regularidad de los servicios. Hay una función positiva en el control de tráfico, además de la negativa de impedir el riesgo. Función primordial hoy en el control del tráfico es reducir los retrasos de los aviones y aumentar la capacidad de tráfico de las rutas aéreas y de los aeródromos adonde conducen. Evitar retrasos supone reducir gastos de explotación y aumentar la confianza del usuario; a la larga conduce también a reducir el número de aeródromos intermedios y suplementarios que parecían necesarios, sea sobre largos recorridos, o sea cerca de grandes núcleos de población. Son justamente estos factores, la reducción de gastos operativos y la reducción de aeródromos suplementarios, los que pueden justificar económicamente el aumento de instalaciones en ayuda de una enérgica ordenación del tráfico.

A primera vista hay dos maneras de regularizar a intervalos homogéneos los movimientos de despegue y aterrizaje en el aeródromo. Una, consiste en que si varios aviones llegan a la vez sobre un mismo

aeródromo, se sitúen en "espera" para hacer la maniobra del aterrizaje sucesivamente y a intervalos regulares. La otra, consiste en ordenar los horarios de los aviones a lo largo de sus rutas, de tal modo que lleguen al aeródromo ya a intervalos regulares sin necesidad de "espera" para el aterrizaje. En definitiva, sólo el segundo modo sería perfecto, puesto que la espera sobre el aeródromo equivale a un retardo sobre el horario previsto en la ruta. Sin embargo, varias causas se oponen enérgicamente al perfeccionamiento de este segundo modo, y obligan de momento a concentrar la atención sobre el primero.

Una de las causas ya se ha explicado antes. Según la clase del aeródromo y su situación a lo largo de las rutas, según sea aeródromo terminal o simplemente de apoyo, así varía la hora de máxima congestión, y la importancia relativa de la densidad del tráfico en esa hora, frente al resto del día. Como los horarios de los aviones en vuelo de crucero son, en cambio, independientes de esas circunstancias particulares de los aeródromos, resulta así muy compleja la ordenación cuando se trata de una extensa red.

Pero la razón peor viene por consecuencia de fenómenos atmosféricos. La variación de altura en la maniobra de aterrizaje supone también variación de viento o diferente intervención del mismo; los aumentos y disminuciones que según los casos se producen en la velocidad efectiva del avión, son demasiado complejos para compensarlos con disminuciones o aumentos en la velocidad de crucero a lo largo de las rutas. Y algo por el estilo sucede cuando la visibilidad disminuye. Si se trata, por ejemplo, de la ruta entre Madrid y Barcelona, y hay niebla en Madrid y cielo despejado en Barcelona, los aviones que salen de Madrid no encuentran tanta dificultad en su plan de vuelo, como los que a Madrid llegan; y la diferencia de movimientos entre unos y otros provoca perturbación en los horarios para la ordenación del conjunto.

Se llega, pues, a la conclusión de que hay dos problemas. Uno, como aspiración futura, está en eliminar la "espera" sobre los aeródromos por una ordenación segura de los horarios. El otro, de carácter más

inmediato, está en organizar medios eficaces y seguros para la "espera". El primer medio se aplica a lo largo de las rutas, y principalmente de las de gran distancia. El segundo se aplica en los aeródromos y sus inmediaciones.

Esferas del control del tráfico.

La responsabilidad de ordenar el tráfico se reparte sobre tres esferas en la forma que sigue:

Control de región. (Región de seguridad del vuelo o área de control).—Se refiere a los aviones en vuelo normal de crucero, a lo largo de sus rutas, hasta las inmediaciones del aeródromo. Según la densidad del tráfico en el área de que se trata, se distingue la reglamentación de una región de seguridad del vuelo, o la más rígida de una área controlada en su totalidad; de ello habrá ocasión de tratar más detalladamente.

Control de aeródromo.—Que abarca la responsabilidad sobre los movimientos de los aviones en las inmediaciones mismas del aeródromo, y de los aviones y de todos los demás vehículos rodando en tierra dentro de los límites del aeródromo. Este control, en general, se aplica con buena visibilidad, y aunque la extensión depende de las características de manejabilidad de los aviones, pueden aceptarse alrededor de diez kilómetros de radio de acción y mil metros de altura.

Control de zona. (Zona de recaladas).—Cuando la visibilidad es mala, no basta con los controles anteriores: el de ruta y el del aeródromo propiamente dicho. Hay entonces, además, una zona de movimientos complicados cuando el avión desde su ruta de crucero desciende y maniobra para recalarse en el aeródromo. La responsabilidad de esta esfera de control alcanza más o menos a cuarenta o cincuenta kilómetros de distancia, dependiendo ello de las características físicas del terreno que rodea al aeródromo.

Con las definiciones anteriores, queda aclarada la muy diferente forma en que se aplica, y el muy diferente lugar desde donde se ejerce, el control del tráfico. El control de región comprende superficies tan extensas como lo permitan las instalaciones de ayuda a la navegación; idealmente, cuantos menos controles haya sobre una

ruta, más fácil y segura será la ordenación del tráfico. Dicha superficie abarca muchas rutas diferentes que se entrecruzan; y la finalidad del control es mantener el contacto con los aviones de modo que asegure entre ellos siempre una distancia de seguridad según las condiciones atmosféricas. Para ello, este control maneja: el dato de posición de los aviones, la vigilancia del plan de vuelo previamente establecido, y la alteración de las condiciones atmosféricas previamente supuestas. El control de región debe así tener cierta jurisdicción sobre todos los aeródromos de su área, a efectos de dirigir los aviones a cualquiera de ellos; y se ejerce desde centrales de navegación, generalmente situadas lejos de todo aeródromo.

El control de zona para las recaladas ejerce acción sobre una superficie mucho más limitada que el anterior, y definida no tanto por las instalaciones de ayuda, como por las características físicas del terreno en relación con las posibles dificultades atmosféricas. En principio, el control que se ejerce sobre la recalada parece centrado alrededor de un aeródromo; pero en caso de aeródromos muy próximos, todos ellos resultan afectados dentro de la misma zona de recalada. El lugar de donde este control se ejerce no necesita coincidir con un aeródromo; pero es preferible que coincida, puesto que, al fin y al cabo, es un complemento del control de aeródromo cuando aparece mala visibilidad.

Finalmente, *el control de aeródromo* ejerce acción sobre la superficie inmediata de este aeródromo. Equivale al puente de mando, y su lugar adecuado es la parte más alta de la "torre de gobierno" del aeródromo, dando por supuesto que dicha torre está colocada de modo que nada impida la visibilidad en una vuelta completa de horizonte, así como ver todos los caminos de rodadura y las pistas de aterrizaje en toda su longitud. Con esta disposición, un sistema lógico es situar en el piso inmediatamente inferior al control de zona (recalada); y también la oficina de navegación, que, en comunicación directa con el control de región correspondiente, se preocupe de los horarios de los aviones que han salido o se dirigen al aeródromo de que se trata.

Los problemas del control del tráfico.

A cada esfera de responsabilidad, de las tres antes mencionadas, corresponde problemas diferentes, que, naturalmente, dependen de la modalidad propia de los vuelos respectivos. Pero a la larga, y en la actualidad, los problemas se resumen esencialmente en estos dos: conocer con gran precisión la posición relativa de los aviones para guardar siempre una separación de acuerdo con las condiciones atmosféricas, y regularizar los horarios y las "esperas sobre aeródromo" de modo que los despegues y aterrizajes puedan producirse a intervalos regulares y al ritmo más vivo posible.

De los dos, el problema más difícil y de responsabilidad más inmediata es el segundo, que claramente corresponde a las zonas de recalada. Pero la mayor o menor dificultad con que se encontrará el control de recalada, depende irremediamente de la disposición general del tráfico en el momento en que el control de región entrega los aviones al control de zona. Si los aviones recalán convergiendo de muy diferentes lugares y si su posición no se conoce con mucha precisión, pueden producirse grandes pérdidas de tiempo hasta que el control de recalada logra espaciarlos en forma oportuna. Con pequeña densidad de tráfico puede bastar, en tierra, un sistema radiogoniométrico corriente; pero con gran densidad de tráfico es necesario contar con ayudas para la navegación, de modo que en cualquier punto de su recorrido un avión pueda, atendiendo los consejos de la central correspondiente, seguir una ruta cualquiera y determinar la hora probable de llegada al lugar de "espera". La única forma, en efecto, de evitar congestiones y retardos en la recalada, es que los aviones puedan entrar en la formación de aterrizaje, sobre una ruta concreta y fácil de seguir, con tal de que puedan elegirse número suficiente de rutas diversas, una para cada uno de los aviones, de modo que éstos entren en la cadena de aterrizaje con intervalos convenientes.

El proceso completo de un control de tráfico aéreo se desarrolla más o menos en la forma que sigue. Un avión que va a iniciar un vuelo, formula su correspondiente plan de navegación según las caracterís-

ticas de la ruta, las características del avión y las condiciones atmosféricas; es decir, después de un detenido estudio de las cartas de previsión meteorológica, de los consumos horarios de combustible según la velocidad de régimen, la altura y la carga, y, en fin, después de analizar las características físicas de la ruta, las ayudas de la navegación y la posibilidad de aeródromos alternativos o de socorro. Con todo ello, el plan de vuelo contiene la hora de salida, la ruta, las alturas a lo largo de ella y las velocidades de régimen, el punto en la ruta de donde no se puede regresar al aeródromo de salida por falta de combustible, la hora probable de llegada al aeródromo terminal, y, en fin, el aeródromo alternativo o de socorro. Este plan de vuelo lo formula la tripulación con los servicios auxiliares del aeródromo de partida, información meteorológica y estado de servicio de las ayudas de navegación. Pero una vez formulado, debe remitirse a la primera central de navegación en la ruta de que se trata (central de región de seguridad del vuelo), para tener la seguridad de que el plan previsto no intercepta a otro plan de vuelo ya en desarrollo, o previamente autorizado; y también para que la central de navegación conozca a tiempo los propósitos del avión.

La autorización definitiva de salida con arreglo a ese plan de vuelo procede de la central de región, puesto que sólo ésta puede aconsejar a la torre de gobierno del aeródromo sobre si la salida del nuevo avión produce retardos en la llegada y aterrizaje de los que ya están en ruta hacia ese mismo aeródromo. De acuerdo con esto, la torre de gobierno del aeródromo toma la decisión de salida, regulándola en el momento preciso para que no produzca inseguridad en los movimientos de otros aviones cerca del aeródromo.

Una vez que el avión se encuentre en ruta, la central de navegación de la región de seguridad sobre la que vuela se encarga de ayudarlo en su navegación. Normalmente el avión se vale por sí solo, o por lo menos es mejor que así suceda, para no recargar de trabajo a las oficinas en tierra. Utilizando una red de radiofaros, dirigidos o no, el avión se conserva en la ruta prevista y periódicamente envía informes de su posición. En estos informes se añade también el comentario del navegante sobre las condicio-

nes atmosféricas que va encontrando, de modo que este dato servirá para corregir las informaciones de la oficina meteorológica. La central de navegación, por medio de esos datos de posición, tiene a su vista la situación relativa de todos los aviones en la región de seguridad y comprueba también si se cumplen o no los horarios previstos. Así, puede aconsejar variaciones en las velocidades de régimen, variaciones en la altura en caso de rutas que se entrecruzan, y, en fin, variaciones generales de ruta y altura si cambiaran bruscamente las condiciones atmosféricas. Con esto contribuye a la seguridad general del vuelo en la región; pero lo que es más importante aún, con ese sistema la central de región previene las variaciones sobre las horas de llegada y facilita al control de recalada los datos para organizar éste, de modo que a la vez se satisfagan el rendimiento y la seguridad en las inmediaciones del aeródromo de llegada.

Para cumplir su misión completamente, a la central de región de seguridad le queda cubrir el riesgo de un avión en accidente. Este avión obliga: primero, a abrirle rápido paso hacia un aeródromo de socorro; segundo, a protegerle especialmente en su camino a ese aeródromo, ya que es fácil que no lo pueda hacer con sus propios medios; tercero, a modificar transitoriamente el camino de alguno de los otros aviones para impedir choques, ya que el avión en accidente difícilmente podrá conservar la ruta, ni la altura, ni la velocidad de régimen; cuarto, a organizar el salvamento en caso de que el avión no pueda llegar al aeródromo de socorro y caiga al mar o tome tierra en despoblado. El salvamento no lo hace la central de navegación, sino el servicio especial para ello; pero es la central de navegación quien alerta a este servicio. Para todos estos cometidos puede servir una red especial de radiogoniómetros en tierra, que se mantiene permanentemente a la escucha en la onda de la llamada de socorro.

Cuando el avión llega más o menos a 50 kilómetros del aeródromo terminal, la central de navegación lo entrega al control de zona de recalada. Bajo pena de recargar excesivamente al control de región y de crear en él una burocracia exagerada, el control de región, lo más que podrá proporcionar al de zona será la hora, la posición, el rum-

bo y la altura con que cada avión entra en la zona de recalada. A este control de recalada corresponde, pues, organizar la formación de aterrizaje con los aviones que llegan y separarlos de modo que entre ellos se intercalen los aviones que despegan. Es difícil formular reglas concretas para esto, puesto que la separación relativa entre los aviones dependerá de las velocidades relativas de aterrizaje y de despegue y de las condiciones de visibilidad, variables en cada momento. La opinión, por ejemplo, de Mr. Stalibrass, que es uno de los técnicos ingleses de mayor experiencia en la materia, es que un buen emplazamiento para la "estación de espera" es alrededor de veinte kilómetros de distancia del aeródromo sobre el eje de la pista de aterrizaje instrumental o un poco al costado de ella.

Las ayudas de navegación deben permitir que, a partir de esa "estación de espera", los aviones, con la menor intervención posible desde tierra, vuelen en formación de "espera" y sigan después una ruta concreta para la maniobra de descenso y aproximación a la pista de aterrizaje. Esas ayudas de navegación deben permitir todavía más, pues la mejor manera de evitar congestiones excesivas en la "estación de espera", es repartir a los aviones a lo largo de su ruta y antes de llegar a la zona de recalada, de modo que entren ya con intervalos regulares. Para esto convendrá, a veces, incluso retardar el vuelo de un avión, obligándole a un rodeo por medio de un cambio de ruta que le enderece sobre la estación de espera; las ayudas de navegación deben ser, pues, suficientemente flexibles para que los aviones puedan desde lejos tomar cualquier ruta con absoluta seguridad de su posición en todo momento.

En el caso anterior se piensa en la zona de recalada para un solo aeródromo, y éste con sólo un sistema de pistas. Pero si en la misma zona de recalada hay varios aeródromos, o si el existente tiene varios sistemas de pistas, sean paralelas o tangenciales, entonces el problema se complica. En este caso, y puesto que hay dos o más corrientes de aterrizaje diferentes, no es bastante para la seguridad del vuelo el sistema corriente de espiral para la "formación de espera". Será útil organizar por lo menos dos "estaciones de espera" simultáneamente. Pero además hay que proporcionar al

control de aeródromo mayor precisión que antes en los datos de posición, altura e identidad de los diferentes aviones que se encuentran en la zona de recalada.

Cuando el control de recalada tiene ya organizado el escalonamiento de aviones, los va entregando sucesivamente al control de aeródromo. Corresponde a éste dirigir y acelerar los movimientos de los aviones en las inmediaciones y sobre el mismo aeródromo, así como en tierra, de modo que se evite, o se señale, todo obstáculo que se encuentre en las pistas de aterrizaje y de rodadura. En muchos aeródromos actuales este problema parece aún de poca importancia; pero es justamente un problema nuevo, que va creándose a medida que aumenta la densidad del tráfico.

En definitiva, todo consiste en analizar bien dónde se producen los motivos de retraso en los horarios, o en los planes de vuelo, y cómo organizar aquellos lugares para evitar esos motivos. A lo largo de la historia de la aeronáutica, las causas de retardo varían. Primero fué la forma en que un avión encontraba el aeródromo y se ponía en el rumbo oportuno para la recalada; fué un problema de navegación, que lo resolvieron los radiogoniómetros, y luego los radiofaros, cuando aumentó la densidad del tráfico. Después fué la forma en que los aviones, ya en su rumbo de recalada, habían de organizarse en formación de "espera" y aterrizaje escalonado; éste es el problema que fundamentalmente resuelve el control del tráfico de hoy día. Pero estamos justamente en el comienzo de otra etapa, en la cual una causa de retraso general puede ser la aglomeración sobre las pistas de aterrizaje y rodadura del aeródromo. Basta considerar que ya existen hoy día aeródromos, como el National, de Washington, donde a ciertas horas del día se acumulan más o menos doscientos movimientos por hora con buen tiempo, y donde se busca conseguir un mínimo de sesenta movimientos por hora con mala visibilidad.

El control de aeródromo se ejerce casi exclusivamente a la vista de la torre de gobierno: más o menos diez kilómetros de radio y mil metros de altura con buena visibilidad. Desde luego, y dada la velocidad corriente de los aviones, es difícil ima-

ginar un sistema mecánico, como pueden ser los enclavamientos de una estación de ferrocarril. Sin embargo, va siendo ya necesario apoyar por algún medio a la visual directa del Oficial de tráfico en la torre de gobierno. Antes de que un avión aterrice en la pista, hay que asegurarse de si ha despegado el que le precede, hay que obligar a detenerse al que le sigue, y hay que asegurarse de que no hay obstáculo en las pistas de aterrizaje y rodadura, tales como vehículos diversos, obreros que trabajan, o cualquier otro incidente. Y esto, lo mismo de noche que de día. Con vistas como las actuales en algunos aeródromos, del orden de los tres mil metros de longitud, puede ocurrir que la vista sea insuficiente. Una visibilidad de quinientos a mil metros es más que suficiente para un aterrizaje absolutamente seguro con los medios actuales de ayuda instrumental; y, sin embargo, esa visibilidad no permitiría dominar completamente a todas las pistas desde la torre de gobierno. Se recurre al complemento de los carros de despegue y aterrizaje, colocados en la cabeza de las pistas y directamente ligados con la torre de gobierno, sea por una radio especial, o sea por teléfono; pero ya se comprende que este recurso es limitado, por precio, por excesiva necesidad de personal con mal tiempo, y sobre todo, porque difumina la responsabilidad.

Sobre este relato general de cómo se reparte y efectúa el control del tráfico, es fácil ya concretar los problemas que ese control presenta a la técnica moderna.

En régimen de crucero a lo largo de las rutas.—La tripulación necesita un medio rápido y preciso de obtener la posición del avión; y esto en dos circunstancias diferentes: en navegación a larga distancia, o sea cuando los puntos de apoyo en tierra están muy lejanos, por ejemplo, sobre el mar o zonas desérticas, y en navegación a corta distancia, o sea, cuando es posible repartir ayudas terrestres con gran densidad. En este último caso existen también dos modalidades, según se trate de seguir rutas dirigidas, o se trate de navegar por cualquier camino. Supuesta una gran densidad de tráfico que sature al antiguo sistema radiogoniométrico, resuelven el problema los sistemas de radiofaros, direccionales como es el "Sol", o no direccionales, utilizando entonces radiocompás o radiogoni-

ómetro a bordo. También lo resuelven ciertos sistemas de navegación hiperbólica, como son el Loran y el Decca, para largas distancias, y el Gee, para cortas distancias. Si se trata de navegar sobre rutas dirigidas, convienen ciertos sistemas de radiofaros, que señalan sectores debidamente orientados; por ejemplo, las cadenas de radioguías de dos ejes y los "fan".

La central de región de seguridad del vuelo necesita un enlace con el avión capaz de cubrir con seguridad largas distancias; parece aconsejable emplear la radiotelegrafía (W/T) en onda corta. Además, la central necesita un sistema para ayuda de los aviones en accidente; el sistema debe permitir la vigilancia desde la central con la mínima intervención del avión, y ello puede resolverse por estaciones terrestres radiogoniométricas, que según las distancias a cubrir, pueden ser en baja o en alta frecuencia.

Con esos elementos anteriores y con una información meteorológica extensa y de precisión, quedan satisfechos los problemas que presenta el control del tráfico en la esfera de las regiones de seguridad en vuelo.

Para las zonas de recalada.—Los problemas son:

Permitir a los aviones la llegada a la "estación de espera" por cualquier ruta.

Permitir a los aviones que permanezcan en movimiento controlado alrededor de la estación en "formación de espera".

Permitir a los aviones encauzarse en la ruta de aproximación a la pista, y mantener la línea de descenso adecuada para un buen aterrizaje.

Garantizar al control de recalada que conozca la posición exacta de los aviones, la altura de ellos y su identidad.

Resulta de ello que las tripulaciones en vuelo necesitan, para los problemas de recalada, contar con ayudas de la navegación capaces de proporcionar al avión: apoyo para elegir cualquier ruta, datos para determinar inmediatamente la posición y la velocidad respecto al suelo, apoyo para girar alrededor de la "estación de espera", y datos concretos sobre el rumbo de aproximación a la pista y la línea de descenso para el aterrizaje. Si la densidad de tráfi-

co no es muy grande, una red de radiogoniómetros terrestre de muy alta frecuencia pudiera satisfacer a los problemas de navegación en las recaladas. Pero normalmente no bastarán, y se hace preciso un sistema de navegación de gran flexibilidad, de gran precisión y de difícil saturación; como puede ser, por ejemplo, el sistema Gee. Para girar alrededor de la "estación de espera" y para encauzarse después sobre el eje de acercamiento de la pista de aterrizaje, pueden convenir radiofaros direccionales, o más propiamente radioguías; por ejemplo, el "Radio-range omnidireccional v. h. f.". Pueden también servir algunos radiofaros "radar", como, por ejemplo, el sistema B. A. B. S., que proporciona la dirección y la distancia adecuadas a un radiofaro de respuesta situado en tierra; de parecido género es, por ejemplo, el "orbi-meter", o el indicador azimutal y de distancias, de origen americano. Con estos últimos se proporcionan también al avión datos para su aterrizaje. Pero mucha mayor precisión y mayor sencillez de equipo a bordo pueden obtenerse con otros medios de aterrizaje instrumental, tales como el Bake, o el más moderno S. C. S. 51, los cuales materializan visualmente ante el piloto el rumbo de acercamiento y la senda de descenso hasta el mismo momento del aterrizaje.

La estación de control de recalada necesita, a su vez, un enlace seguro con los aviones y un sistema que, complementando la visual directa, permita obtener con seguridad el dato de posición, identidad y altura de los aviones. El enlace mejor sería, evidentemente, el radiotelefónico (R/T). Esto presenta dificultades en la elección de idioma, pues es natural que se defiendan varios, cada uno por sus particulares razones. Como anécdota curiosa, en una Conferencia internacional ha llegado a proponerse que se adoptaran ciertas frases convenidas de un dialecto centroafricano; y no faltaban algunas razones para ello, porque la pronunciación de ese dialecto es fácil para todos los idiomas europeos. De cualquier modo, el empleo de la radiotelefonía siempre será arriesgado cuando la estación de tierra y el avión no son de la misma nacionalidad, ya que se presta a errores de interpretación. Por ahora, la radiotelegrafía, con el código "Q", va resolviendo el problema; pero, por su poca flexibilidad,

cada vez encuentra más dificultades de aplicación para cubrir las necesidades crecientes y complejas de ciertas situaciones en el control del tráfico. Hay que tener en cuenta que para las maniobras decisivas de recalada y aterrizaje, el enlace debe ser muy rápido y en cierto modo automático. En Inglaterra se prueba actualmente un sistema que pudiéramos llamar de radioseñales, por el cual se pretende trasladar al avión, y viceversa, unas señales que aparezcan iluminadas en un cuadro, sea frente al piloto o también en la estación de control en tierra; estas señales luminosas corresponderían a símbolo de interpretación inmediata. Desde luego, las radioseñales darían un sistema universal, como el código "Q", y no estarían sujetas a errores de pronunciación; pero también adolecen del defecto de falta de flexibilidad y de limitación en las frases.

En cuanto al control de aeródromo.—Es aplicable lo anteriormente dicho del enlace entre avión y torre de gobierno; en este caso, sin embargo, también sirven pistolas de señales, proyectores luminosos e incluso altavoces, cuando se trata de encauzar el movimiento de vehículos sobre el suelo. El sistema ideal seguiría siendo la radiotelefonía, si no fuera por la complicación de idiomas; y por ello debe aceptarse plenamente cuando se trate de aviones de la propia nacionalidad del aeródromo. Queda el problema de "ver" desde la torre de gobierno a los aviones y a las pistas cuando hay mala visibilidad. En este aspecto, la radiolocalización es el origen de diversos sistemas, hoy día en ensayo. Cualquiera de estos sistemas pretende proporcionar al Oficial de tráfico en el aeródromo una idea visual sobre la pantalla del "radar", de modo que se conozcan los aviones en vuelo en las proximidades del aeródromo. Estas instalaciones sirven a la vez para el control de aeródromo y para el de recalada, pues su radio de acción alcanza más o menos los cincuenta kilómetros.

Eficacia de los sistemas.

El sistema de control de tráfico descrito anteriormente, puede parecer excesivamente complejo. Por supuesto, supone una organización de conjunto; y su aplicación puede simplificarse en aquellos casos, aeró-

dromos o rutas, donde no haya mal tiempo o donde no sea esencial operar a pleno rendimiento con mala visibilidad. A medida que progresa la aviación, tanto en su aspecto comercial como en el militar, los casos anteriores serán más raros, y en general habrá que aplicar un sistema complejo de control del tráfico. Hoy mismo, de nada vale, por ejemplo, que un aeródromo no tenga excesivo número de servicios si ese aeródromo se pretende que sirva para líneas de gran importancia, como son, por ejemplo, las transoceánicas. Servicios de largo porte necesitan aviones de gran tonelaje, y éstos exigen pistas largas, con gran anchura pavimentada y con gran espesor de placa de pavimentación; esos aeródromos son caros de construcción, pero si no pueden ser utilizados con plena seguridad y rendimiento, más que en caso de buen tiempo, no se arriesgarán las líneas aéreas a fundar sobre ellos horarios y etapas regulares, ni tampoco se arriesgará el Mando a fundar sobre ellos una operación militar de gran estilo. Puede resultar poco menos que inútil, o de muy pequeño rendimiento, el enorme gasto que suponen las pistas y demás obras del aeropuerto.

Una fórmula de sentido común parece ser aquella que calculara las necesidades del control, de ruta y de aeródromo, según la capacidad de circulación máxima que se requiere en cada caso, a partir de un mínimo de seguridad siempre cubierto. Para esto conviene saber lo que puede esperarse de los sistemas hoy en uso.

Para los aviones que despegan, parece que la salida no debe autorizarse hasta que el avión que precede haya dejado completamente libre la pista, sea rodando después del aterrizaje, o sea porque haya rebasado los límites del aeródromo, si se trata de un avión que también despegaba. El intervalo de tiempo varía según la clase del

avión; pero tomando como término medio el "D. C.-3" y pistas de dos mil metros de longitud, debe admitirse un retardo máximo de dos minutos para el rodaje, la colocación sobre la pista de despegue, el despegue y la ganancia de altura con el margen de seguridad reglamentario. Esos dos minutos suponen, naturalmente, una gran calidad en la tripulación; pero no debe ser difícil, ya que es el "standard" aceptado en las reglamentaciones americana e inglesa.

Cuando se trata de aterrizajes, y tomando también como referencias las mismas reglamentaciones extranjeras, el avión que trata de aterrizar no debe descender hasta la altura mínima de seguridad mientras el avión que aterrizó anteriormente no haya salido de la pista. Esa altura de seguridad depende del tipo de avión, y se define por la posibilidad de abrir nuevamente gases en el motor y remontar el vuelo; pueden aceptarse más o menos de ciento a ciento cincuenta metros de altura. Contando con velocidades de aterrizaje de ciento ochenta kilómetros por hora y velocidades de rodaje en el suelo de treinta kilómetros por hora, puede resultar así un aterrizaje cada tres minutos.

Esto supone que, para un número igual de aterrizajes y de despegues, la capacidad de una sola pista es de veinticuatro movimientos por hora. Aumentando el número de pistas aumentaría, claro está, el número de movimientos, aunque no en la misma proporción. También pueden aumentar los movimientos con el desarrollo de algunos sistemas de ayuda hoy en experimentación; y éste es el propósito de los intentos internacionales que hoy día se realizan. Pero, por el momento, esa cifra de veinticuatro movimientos por hora es más bien un límite máximo, difícil de alcanzar cuando se trata de operaciones comerciales con pasajeros.