

La imagen completa de vuestra situación, constantemente ante los ojos

Por HUGH H. SPENCER

(De *Aero Digest*.)

El 16 de febrero de 1948, tras medio año de sesiones, el XXXI Comité Especial de la Radio Technical Commission for Aeronautics (Comisión Radiotécnica de Aeronáutica) facilitó un anticipo de su informe final sobre el control del tráfico aéreo y se disolvió. Durante las largas discusiones que condujeron a sus acuerdos, el peligro de disolución había sido inminente en numerosas ocasiones, ya que existían muchos puntos de fricción entre los miembros del Comité, así como entre los consejeros y observadores que asistían a las deliberaciones de aquél.

Aunque su denominación suena un tanto a oficial, la Radio Technical Commission for Aeronautics, no es un órgano del Gobierno, sino una organización totalmente voluntaria y cuyos miembros son organismos—públicos y privados—que se encuentran relacionados e interesados en el empleo de la radio y técnicas análogas en relación con los problemas del vuelo de los aviones. Se trata, pues, de un organismo activo, que lleva a cabo su labor nombrando Comités especiales, integrados por miembros de las organizaciones que componen la Comisión.

Cómo nacen las normas.

De esta forma, una conclusión a la que ha llegado un Comité especial y que ha sido ratificada por el Comité Ejecutivo de la Comisión, representa—en el campo técnico—una serie de acuerdos entre todas las partes interesadas. Los acuerdos alcanzan vigencia si los argumentos técnicos ofrecidos por los miembros del Comité especial son apoyados por las consideraciones de una política a seguir por sus organizaciones patrocinadoras, y si estos organismos actúan adecuadamente.

En estas circunstancias se realizan nombramientos formales, se dictan normas, pueden incluso promulgarse piezas de legislación, y surge para los Estados Unidos una política vital de empleo de la radio en Aviación. Propiedad peculiar de la democracia es que tan importantes decisiones puedan tener su origen, no en una declaración de Gabinete, sino en una serie de debates técnicos entre los profesionales, cuya actividad se verá profundamente afectada por la decisión que se tome. Es necesario que nos detengamos un tanto al tratar de este organismo, único en su clase y teóricamente impotente, pero en realidad portavoz de la voluntad popular, para poder apreciar debidamente lo que suponen las conclusiones a que ha llegado el XXXI Comité Especial.

Los verdaderamente interesados en cuestiones de Aviación han de apreciarlas en lo que valen, ya que representantes del Departamento de Estado, de la Fuerza Aérea, de la Marina, del Tesoro, de la CAA, de la CAB, de la FCC, de la ATA, de líneas aéreas comerciales, de la Aeronautical Radio, Incorporated; de organizaciones de radiocomunicación de líneas aéreas, de la ALPA y de la Radio Manufacturers Association, se han puesto de acuerdo sobre las necesidades y técnicas de la aeronavegación y sobre el control del tráfico aéreo para los próximos quince años (1).

(1) CAA (Administración Aeronáutica Civil). CAB (Civil Aeronautical Board = Oficina de Aviación Civil). ATA (Air Transport Association = Asociación de Transporte Aéreo). ALPA (Air Line Pilots Association = Asociación de Pilotos de Líneas Aéreas).

Esto no quiere decir que los problemas fueran resueltos por obra y gracia de los debates del XXXI Comité Especial. Tales soluciones solamente se encuentran en el laboratorio y en la mesa de trabajo del ingeniero. Sin embargo, se bosquejó una especie de esquema y se proyectaron ciertos rasgos descriptivos determinados. Es más, la ratificación por parte del Comité Ejecutivo de la Comisión fué rápida y unánime; se formalizó el acuerdo por los organismos gubernamentales y se estableció una Air Navigation Development Board (Junta de Desarrollo de la Navegación Aérea)—órgano mixto constituido por el Departamento de Defensa y por el Departamento de Comercio—al objeto de que administre el desarrollo de un sistema cuyas líneas generales estableció el XXXI Comité Especial. Por último, se confeccionó el oportuno proyecto de ley, que ya se encuentra listo para someterlo al LXXXI Congreso, en el que se reconocen las necesidades peculiares en materia de investigaciones y desarrollo y relaja un tanto las restricciones de tipo sobre los créditos votados para llevarlas adelante.

Las recomendaciones de tipo general del XXXI Comité Especial alcanzan a un programa que se calcula costará casi 1.125 millones de dólares. Este programa se halla dividido en dos fases: una parte provisional o de transición que ha de encontrarse terminada y en funcionamiento para 1953, y un programa más amplio, que se espera quede terminado diez años más tarde. El programa se ha confeccionado ordenadamente y con la mayor suavidad, de manera que cada paso dado conduzca lógicamente al siguiente; y que el desarrollo, en conjunto, avance de manera suave y evolutiva.

Un elemento del objetivo final perseguido es la llamada «representación óptica de la situación» (pictorial situation display). El equipo que comprende este elemento se utiliza para producir en el avión y en tierra una imagen parecida a un mapa que muestre el terreno sobre el que vuela el avión, la posición del avión sobre el terreno, y la posición de los demás aviones que se encuentran en sus proximidades volando dentro de la misma capa atmosférica, o capa de altura. El mapa ha de incluir la localización de los

obstáculos que supongan un riesgo para el avión, indicación de las rutas aéreas, situación de los aeropuertos dentro de la zona, y, por último, deberá permitir al «controller» (encargado del «control») de tierra el añadir, si lo desea, cualquier indicación escrita o esquema que le ayude a obtener una más segura y expedita corriente de tráfico aéreo. La «representación óptica de la situación» ha de ser aplicable a todas las fases del vuelo, o sea mientras el avión sigue su ruta, cuando maniobra sujeto a reglas de tráfico en la proximidad de un aeropuerto terminal durante el vuelo de aproximación final y el descenso para aterrizar y mientras el avión se mueva sobre el aeródromo después de haber aterrizado.

Factores conocidos.

El concepto de «representación óptica de la situación» no era nuevo para el Comité. En el campo aeronáutico existían ya considerables antecedentes que indicaban la conveniencia de contar con una ayuda de este tipo para el control del tráfico y navegación aéreos (si es que podía llegarse a perfeccionar una a satisfacción). Durante la guerra, el radar de a bordo había constituido una ayuda poderosa para que los aviones localizaran el lugar en que se encontraban; tanto el radar de exploración como los demás de tipos más especializados (por ejemplo, los adaptados a los visores de bombardeo) habían demostrado grandes posibilidades futuras. Desde la guerra para acá, los experimentos realizados, especialmente los de la ATA, habían indicado que una imagen a bordo de un avión, generada por un radar de exploración montado en el mismo, era de la mayor utilidad para evitar obstáculos, colisión con otros aviones e incluso para evitar las turbulencias atmosféricas que contuviesen una elevada proporción de humedad.

Pero más allá de todos estos experimentos de tipo elemental, un programa de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos atacó el problema desde un punto de vista tal, que preveía un sistema completo, apuntando a desarrollar imágenes: en tierra, para el «controller» de tráfico aéreo, y en el aire, para los pilotos. Este programa perseguía el satisfacer los requisitos del XXXI Comité Espe-

cial, aun antes de que el Comité hubiera accedido a ello. El programa incluía trabajos en diversas fábricas y dentro de los laboratorios de la propia Fuerza Aérea. Como es inevitable (cuando se trata del desarrollo de un nuevo sistema, radicalmente diferente en concepto de cuantos le precedieron), algunos de los programas de desarrollo fueron siguiendo una marcha paralela en cuanto a la finalidad perseguida y compitiendo entre sí en cuanto se refería a su naturaleza o carácter.

Un éxito de la RCA.

Sin presuponer superioridad alguna sobre cualquiera de los restantes sistemas, las conclusiones del repetido Comité se refieren a una técnica que implica el empleo del radar terrestre y de la televisión, técnica que patrocinó la Fuerza Aérea en la «Radio Corporation of America». Tal nuevo procedimiento se conoce con el nombre de «Telerán» y es el primero de varios que se han ideado para producir una imagen o representación óptica de la situación, que está ya en condiciones de ser experimentado en vuelo («Telerán» es otra de las nuevas palabras compuestas, formada de la siguiente forma: Televisión - Radar - Air - Navigation = Navegación Aérea por Radiotelevisión y Radar.) Con estos programas en curso, cuando el XXXI Comité Especial se encontraba reunido en sesión, y con resultados preliminares considerablemente prometedores, era natural que el Comité incluyera la «representación óptica de la situación» como parte de los fines a alcanzar. Al disponer de pruebas evidentes de que podía lograrse una imagen con capacidad suficiente para resolver problemas del tráfico aéreo fué calurosamente acogido por el Comité.

El espectacular incremento experimentado por el tráfico aéreo durante la guerra e inmediatamente después de terminada, ha rebasado la capacidad de los «controllers» de tierra para hacer frente a las necesidades. Los encargados del «control» del tráfico aéreo han sido tratados frecuentemente con patente injusticia. Por más que sea cierto que el actual tráfico aéreo no se mide y regula mediante un procedimiento que satisfaga a los

pilotos y a los pasajeros, la verdad escueta es que, con los medios que únicamente tienen a su disposición, los encargados del «control» están realizando una labor excelente. Gran parte de la espectacular mejora lograda en materia de seguridad aérea durante el invierno de 1947-1948 frente a los progresos que se lograron en el invierno de 1946-1947, se debe al «control» del tráfico aéreo. Durante los períodos de visibilidad restringida, o mal tiempo, muchos aviones se mantenían en una situación en la que se encontraban absolutamente seguros (inmóviles, aparcados en tierra).

Una solución tal del problema del control del tráfico aéreo es cualquier cosa menos satisfactoria. La Aviación no puede sobrevivir como factor vital de nuestra economía si su seguridad está sujeta a los caprichos del tiempo y si el «control» del tráfico sufre una aguda restricción en su capacidad cuando el tiempo se «cierra» en la ruta o en la base. Una de las soluciones que podrían simplificar el problema del «control» del tráfico aéreo sería una indicación positiva y continua de la posición de cada avión situado dentro de la jurisdicción del «controller», siendo esta indicación independiente en absoluto de cualquier información facilitada por la tripulación del avión.

En el aire, la utilidad de una «representación óptica de la situación» para la noticia continua es algo igualmente evidente. Por más que actualmente se empleen nuevas técnicas de vuelo instrumental cuando las condiciones atmosféricas lo exigen, cada una de ellas implica bien un cálculo, o bien un análisis, por parte de las tripulaciones.

Limitaciones del radioguía de cuatro haces.

El radioguía de cuatro haces, con el anemómetro y el reloj, ha constituido por espacio de buen número de años una ayuda utilísima; pero su precisión se encuentra limitada por la capacidad del navegante, que ha de calcular continuamente con exactitud la deriva, y también por la carencia de toda indicación de la distancia que separa al avión del centro del haz.

El radiogoniómetro de a bordo facilitará una «situación», si el radio o el piloto sintonizan en rápida sucesión con tres estaciones radio de tierra diferentes. Su empleo requiere la resolución de un problema trigonométrico (triangulación inversa) que, por regla general, se resuelve mentalmente y con cierta aproximación, ya que las velocidades desarrolladas por los aviones y sus cambios de situación para cada una de las tres marcas no permiten hallar la solución exacta. El jefe de un avión de línea comercial está más interesado en saber aproximadamente dónde se encuentra en un momento dado que en conocer con exactitud dónde se hallaba diez minutos antes, aunque pueda hacer el traslado de la situación hallada.

El VOR (Visual Omni Ranger) (1), actualmente en proceso de instalación por la CAA (Civil Aeronautical Administration), cuando se combine con el equipo medidor de distancias (DME) y con el computador de desviación de ruta, facilitará una indicación continua, que podrá leerse directamente, acerca de la posición del avión, expresada en coordenadas polares. Contando con estas ayudas o «facilidades», cualquier piloto sabrá, con alto grado de aproximación, su rumbo y la distancia hasta cualquier punto elegido por él, siempre que desde luego su receptor de VOR y su DME se apliquen a la misma ayuda a la navegación (que su computador de deriva se halle correctamente ajustado y que no confunda el «hacia» con el «desde»; es decir, el «sentido» de la dirección que sigue, conforme lo indica la «representación óptica de la situación»).

Los instrumentos de los modernos aviones se están complicando tanto, que incluso estas operaciones mentales imponen una pesada carga a la tripulación de un avión. Ya se encuentra sobrecargada seriamente, por el problema de operar con un grupo motopropulsor de 10.000 cv. de potencia, por el hecho de asumir la responsabilidad de la seguridad del pasaje y por el problema de pilotar el propio avión.

La propiedad peculiar que posee la mente humana de captar rápidamente la informa-

ción que se le ofrece, contenida en una imagen, es conocida desde hace tiempo. La antigua manifestación del filósofo chino Mencius, de que «Un cuadro vale por mil palabras», o de que «Ver una vez es mejor que oír mil veces», queda confirmada en nuestra vida moderna; basta considerar el simple hecho de que la venta de revistas de historietas sea enormemente superior a la de ensayos sobre la moral y costumbres en nuestros tiempos; hay muchísima más gente que se halla familiarizada con los asuntos de ciertos personajes de historietas para niños que con las piezas de teatro satíricas de los mejores autores teatrales o literatos. Análogamente, en la navegación aérea, una «representación óptica de la situación» daría al traste por completo con el desgaste y tensión que supone el dirigir la navegación desde una cabina de avión.

Un verdadero hallazgo para el control del tráfico aéreo.

Para el control del tráfico aéreo la imagen presenta aún mayores posibilidades y rinde un servicio que no puede prestar ninguna otra clase de medio auxiliar o ayuda de las actualmente existentes o en estudio. La misma naturaleza del avión introduce en el problema del «control» del tráfico aéreo ciertos elementos, que son distintos de los que intervienen en otros campos del transporte y que al mismo tiempo son de crítica importancia. El avión de menor tamaño puede poner en peligro la seguridad del mayor. Es como si cualquier botecillo de remos que navegase en las proximidades del puerto de Nueva York pudiera encontrarse en condiciones de hundir al «Queen Mary», si se produjera una colisión entre ambos.

Mientras persista esta situación (situación que parece ser inherente a la naturaleza del transporte aéreo) es inevitable que la responsabilidad definitiva del «control» del tráfico aéreo tenga que continuar correspondiendo a tierra, recayendo sobre las organizaciones responsables de la seguridad en todo el espacio aéreo. Por otro lado, la responsabilidad relativa a un avión determinado, por lo que afecta a su seguridad y a la de su tripulación y pasaje; debe, sin embargo, continuar correspondiendo al jefe de dicho avión, por

(1) Radioguía visual omnidireccional.

grande que sea la confianza teórica que dicho jefe tenga en la competencia del «controller» de tierra. Por tanto, esto plantea un conflicto entre el hombre que vuela (que ha de considerar la seguridad de su avión, de su pasaje y de su propia vida) y aquellos que, en tierra, responden de la seguridad del conjunto de todo el tráfico aéreo.

Este conflicto tal vez no pueda nunca resolverse plenamente. Una solución parcial parece probable que se pueda conseguir si la tripulación de cada avión tiene ante sus ojos constantemente los datos sobre los que se basan las decisiones que adopten los encargados del «control» en tierra y las órdenes que dictan. Cualquier conductor de automóvil apreciará y simpatizará incluso con los esfuerzos del guardia urbano que trata de resolver el embotellamiento del tráfico que se ha producido ante los ojos del chófer; pero no dejará de sentirse fastidiado cuando haya de detener su coche ante una luz roja del tráfico automático cuando no avanza ningún otro vehículo por la calle que corta a la que él sigue.

Es más: la «representación óptica de la situación» facilitará a cada piloto, no sólo la posibilidad de captar rápida y concisamente la situación del tráfico y el movimiento de los demás aviones, sino que le avisará cuando un avión vecino (por fallos de sus instalaciones o por cualquier otra razón) no haga caso de las instrucciones que se le dictan desde el suelo por el encargado del «control» del tráfico. Cada piloto se ve a sí mismo y ve a los demás; aprecia las instrucciones que se dictan para él mismo y para los demás, y observa la forma en que todos responden a ellas. Y, tal vez, lo más importante, sabe que todos aquellos que le están observando están ajustando su actuación-respuesta a las instrucciones recibidas.

Además, tratándose de zonas en donde el tráfico es muy denso, puede incluirse en el cuadro un sistema de espacios aéreos (reservados para imprevistos), que concede a cada avión una porción de espacio que le está exclusivamente reservado y que se desplaza con arreglo a un programa precalculado para guiarle con toda seguridad desde los límites de la zona terminal a través del esquema del

tráfico, hasta el momento de descender para llevar a cabo el aterrizaje final, e incluso cruzar la superficie del aeródromo hasta llegar al lugar de estacionamiento.

En el sistema que la Fuerza Aérea ha tenido en período de desarrollo (en la Radio Corporation of America) las estaciones de radar terrestres exploran el cielo y captan las respuestas de todos los aviones que se encuentran dentro de la zona que cubren aquellas. Cada avión va equipado con un «transponder beacon» (dispositivo de radar que incluye la transmisión de las señales) el cual responde mediante una serie de «impulsos» a las interrogantes del radar terrestre a medida que su haz va «barriendo» los aviones. Los «impulsos» se codifican o cifran automáticamente en conexión con un altímetro, de manera que la información que recopila el receptor del radar terrestre sirve para determinar en aquella estación el rumbo, la distancia y la altura a que vuela cada avión dentro de la zona cubierta por aquel radar de tierra. En el receptor de radar un «descifrador o descodificador» («decoder circuit») resuelve las respuestas de todos los aviones, distribuyéndolas en una serie de capas atmosféricas escalonadas en altura. Cada capa de altura («altitude layer») aparece desplegada en una imagen sobre plano independiente (PPI Screen = pantalla de indicador de posición sobre plano), de manera que la imagen que se le ofrece al «controller» del tráfico en tierra no aparece confusa, como ocurre generalmente con las «representaciones» o imágenes de radar actuales.

La congestión del tráfico del mañana.

El actual incremento experimentado por el tráfico aéreo indica que, transcurridos unos pocos años, en las proximidades de un aeropuerto terminal, tal como el de Nueva York, puede que lleguen a encontrarse hasta 200 aviones simultáneamente. Para el encargado del «control» de tierra, una imagen que contuviera tan crecido número de aviones no sólo resultaría confusa, sino incluso pavorosa. Sin embargo, si esta representación óptica (si esta imagen) se distribuye, digamos, por ejemplo, en veinte capas atmosféricas, la situación se simplifica entonces enormemen-

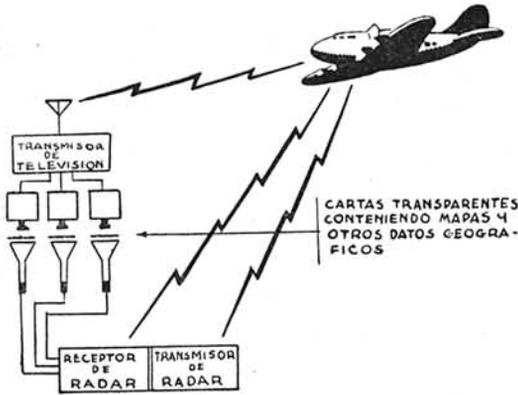


Fig. 1.

te. Así, cada capa mostraría solamente diez aviones (por término medio), situación fácil de apreciar y a la que es sencillo hacer frente.

La información presentada por los tubos catódicos del receptor de radar se combina con un mapa que indica el terreno cubierto por la instalación de radar de que se trate. La figura 1 indica que esta combinación o superposición se logra por medios ópticos, utilizando unas placas transparentes sobre los tubos del radar. Esto es así sólo en forma esquemática, como es natural. La superposición puede lograrse bien ópticamente (fundamentalmente conforme aparece en la figura) o bien «electrónicamente».

La instalación que actualmente se está experimentando emplea la combinación óptica de las imágenes mediante el equipo que aparece en la figura 2. La información captada por el radar aparece desplegada sobre el PPI (Indicador de Posición sobre Plano), pasando la luz procedente de éste a través del espejo exterior (y parcial reflector) y a través asimismo de una lente-objetivo de la cámara de televisión. Dentro de la cámara de televisión, un espejo interior (también parcialmente reflector) proyecta la imagen formada por la lente-objetivo sobre el cátodo fotográfico del tubo de «pick-up» (o de captado). El mapa está iluminado por la parte de detrás, y la luz que de él procede es reflejada por el espejo exterior a través de la misma lente-objetivo que forma la imagen combinada con la formada en el PPI. La imagen combinada de televisión aparece desplegada para

el «controller» o encargado del control sobre el tubo principal o rector.

Si el «controller» desea intercalar en la imagen óptica alguna información complementaria, escribe (mediante un pantógrafo) sobre una superficie revestida, iluminada por detrás, y que, a través del segundo objetivo de la cámara, registra los datos sobre el cátodo fotográfico del tubo de «pick-up» (o de captado).

Un brillante futuro.

Los experimentos realizados en los laboratorios indican que los sistemas del futuro alcanzarán un elevado grado de confianza y sencillez al utilizar la electrónica tanto para la obtención del mapa como para superponerlo con la información captada por el radar. Cualquiera que sea la forma en que se obtenga este resultado, será idéntico al que indica esquemáticamente la figura 1. Una cámara de televisión capta la información combinada que aparece en el mapa y en la pantalla del radar. La imagen combinada se transmite por televisión a cada uno de los

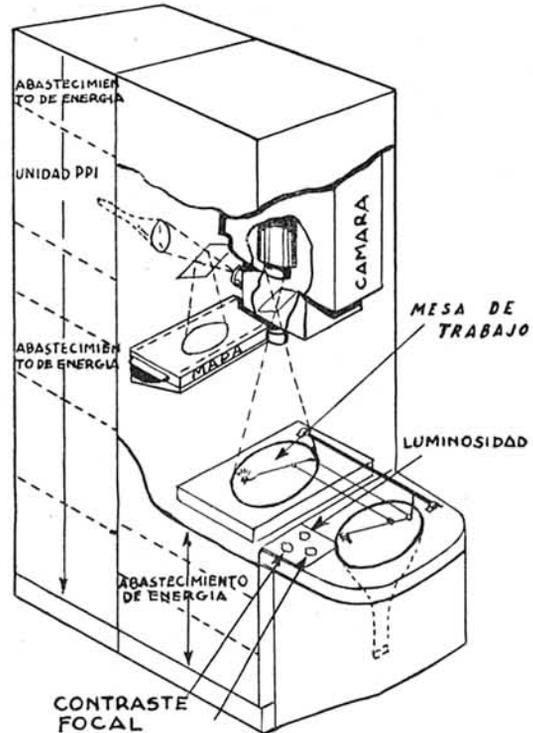


Fig. 2.

aviones que se encuentran dentro de la zona cubierta por la ayuda de que se trate. Las imágenes procedentes de cada pantalla de radar correspondiente a las diferentes capas atmosféricas se transmiten mediante un emisor normal de televisión utilizando un circuito de frecuencia única. La diferencia de tiempos ocasiona la economía de frecuencia que hace esto posible.

En los aviones, el receptor de televisión capta la representación correspondiente a cada capa, en altura, y mediante una llave de selección, el piloto escoge la capa de altura de vuelo que le interesa; como es natural, generalmente esta capa es aquella en la que se encuentra volando; pero si deseara pasar de una a otra capa, podrá cambiar la imagen en su pantalla pasando a la de la capa en que desea penetrar al objeto de averiguar si no existe riesgo alguno a su alrededor. La figura 3 representa la clase de imagen que un piloto puede recibir, mientras sigue una ruta entre dos aeropuertos terminales de importancia.

Esta imagen corresponde a la zona situada en las proximidades de Wilkes-Barre (Pensilvania), y en ella aparecen los aeropuertos de Wilkes-Barre (WI) y Allentown (XA). Tres rutas aéreas de las proximidades aparecen sobre la zona representada. Cada avión se halla representado por «un punto luminoso brillante de forma parecida a una lágrima».

La persistencia de la imagen en el sistema es la causa de esta forma de lágrima o de sección de ala del punto luminoso; de forma que el estrecho borde de salida facilita una indicación de la ruta seguida por el mismo con relación al suelo.

Como esta imagen corresponde a la altura número 6, por encima de los 6.000 pies (1.800 metros aproximadamente), no aparecen en ella obstáculos terrestres. En esta zona del país no existen accidentes geográficos que supongan un riesgo para los aviones que vuelan a esa altura. Las vecinas

zonas de «control del tráfico aéreo» aparecen indicadas por los arcos de círculo de los bordes de la imagen, con los números que identifican la estación con la que deberá sintonizar el piloto cuando se aproxime al límite de la zona cubierta por la estación número 8, que presta servicio en esta zona.

Para que el piloto pueda conocer de una manera continua cuál de los puntos que aparecen en la imagen representa su propio avión, desde el centro de la imagen se di-

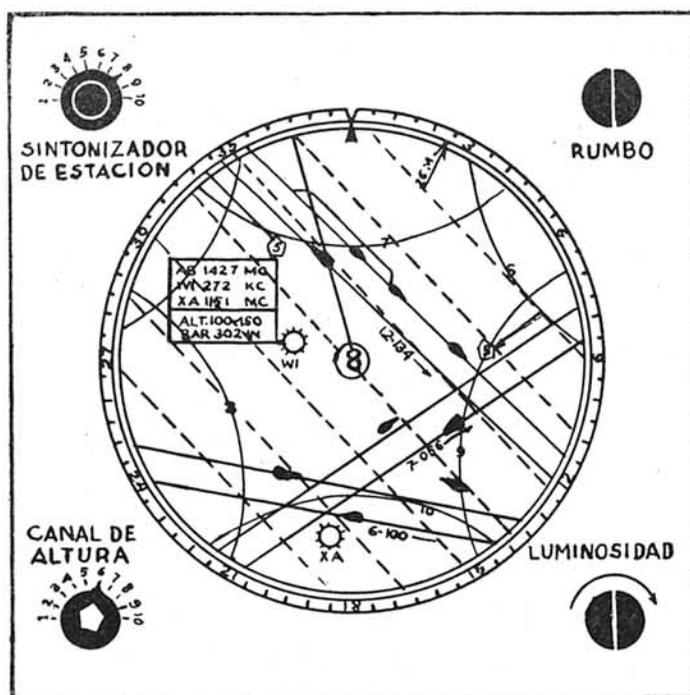


Fig. 3.

buja automáticamente una línea radial que atraviesa el punto que representa al avión interesado.

Además de su posición y de la dirección de su ruta con relación a tierra, el piloto necesita conocer su rumbo, obteniéndose una confirmación sencilla de los instrumentos de a bordo sin más que superponer a la imagen de televisión un disco transparente de material plástico sobre el que van unas flechas indicadoras y que va conectado con el giróscopo de dirección mediante un servodispositivo. Una rosa de los vientos que rodea la imagen completa la información necesaria en materia de navegación.

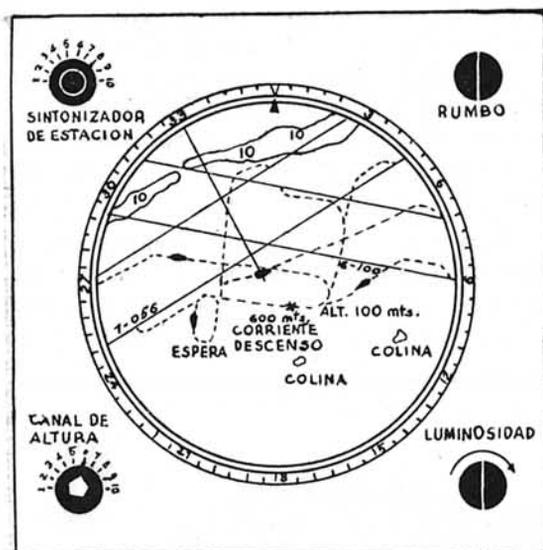


Fig. 4.

De esta forma, el avión que recibe la imagen que aparece en la figura 3 sigue un rumbo de 138° . A lo largo de la ruta aérea número 12 está siguiendo la ruta conveniente con rumbo de 134° y se encuentra aproximadamente a 15 millas (24 kilómetros) al NE. del Wilkes Barre. La flecha sobre el disco de rumbos y la orientación de la ruta aérea indican la corrección de deriva necesaria al objeto de volar correctamente a lo largo de la ruta aérea. Cuando la dirección y velocidad del viento cambien en la altura a que se vuela, el «controller» se limita a anotar una nueva indicación y el piloto se percata inmediatamente de que ha de modificar el ángulo de deriva correspondientemente.

En la zona terminal, el tráfico presenta un mayor grado de congestión, y la información ha de ofrecerse tanto a los «encargados del control» en tierra como a los aviones, con mayor detalle. Por esta razón, la representación óptica de la situación que durante el vuelo, siguiendo la ruta, es una imagen con un diámetro de 40 a 60 millas (64 a 96 kilómetros), amplía su escala al representar la zona de aproximación.

La figura 4 muestra la imagen típica de la «zona de aproximación» correspondiente a Allentown. En ella aparecen las dos rutas aéreas contiguas; y como la imagen corres-

ponde a la capa de altura número 2, que va de los 2.000 a los 4.000 pies (600 a 1.200 metros, aproximadamente), aparecen también las colinas y otros obstáculos que rebasan aquel nivel. El esquema normal del tráfico para llevar a cabo la aproximación al aeropuerto, desde las rutas aéreas, aparece indicado por las líneas de puntos. El aeropuerto se encuentra cerca del centro de la imagen, indicándose su altura. También se señala el punto en que ha de iniciarse el planeo final, para aterrizar sobre la pista en servicio. Cada avión se manifiesta aún como un puntito brillante que se desplaza a través del mapa, y se identifica el propio avión por la misma línea radial de autoidentificación que aparecía en la imagen cruzando el punto luminoso cuando el avión seguía su ruta. Así, el avión que se supone ha recibido la imagen que representa la figura 4 se encuentra precisamente al NW. del centro de la nueva imagen, habiendo virado desde el costado norte de la ruta aérea número 6 y está a punto de virar de nuevo para proceder al planeo final de aproximación y aterrizaje.

La figura indica que otro avión ha penetrado en el campo de visión procedente de la ruta aérea número 7, habiendo realizado la aproximación desde el SW. Al encargado del «control» en tierra se le presentó un conflicto inminente, y por ello dispuso en la imagen una especie de circuito provisional de espera para el segundo avión, hasta tanto que el avión que penetró en la ruta aérea número 6, procedente del Este, haya despejado el acceso final al campo para el aterrizaje sobre el mismo. Además, el piloto, al recibir esta imagen, se percata de las instrucciones dictadas al otro piloto y puede observar directamente si éste las sigue obedientemente. Está seguro de disfrutar de paso libre en su aproximación final al campo.

El aterrizaje.

Cuando el avión llega al punto en que debe iniciar el planeo final, el piloto, mediante un conmutador, cambia la conexión y pasa a la representación empleada para el aterrizaje instrumental. Esta imagen (figura 6) es a escala aún mayor y presenta una

información más detallada. La escala del mapa de la ruta es de unas 100 millas aproximadamente (160 kilómetros); para la zona terminal, la escala es de 50 millas (80 kilómetros); y en la representación final para el aterrizaje es de unas 10 millas (16 kilómetros). El aeropuerto aparece indicado con cierto detalle en la parte superior de la imagen, encontrándose orientada la pista en servicio en el sentido del diámetro vertical. La pista aparece prolongada en forma de una línea brillante que baja atravesando la pantalla hasta el extremo opuesto.

La posición del avión sigue indicada por un punto brillante en la faz o pantalla del tubo; y por la posición que este punto ocupa, el piloto conoce la situación de su avión con relación al lugar en que tocará tierra. A lo largo de la prolongación o entrada a la pista hay dispuestos marcadores de distancia («distance markers»), de manera que el piloto puede graduar sus progresos durante el vuelo final de aproximación. También aparece indicada la velocidad y dirección del viento en los diversos estratos atmosféricos que el avión atravesará durante su acceso al campo para aterrizar sobre el mismo.

La altura a que vuela el avión aparece indicada por una línea brillante horizontal. Si la altura es la debida para la aproximación fina, la línea horizontal que la representa atraviesa directamente el punto luminoso del avión (como ocurre en la figura 5 en el avión que se halla, aproximadamente, a milla y media (2,4 kilómetros) del punto de aterrizaje). Este avión se encuentra exactamente en la posición correcta para proceder al aterrizaje; en términos de ILS (Sistema de Aterrizaje por Instrumentos) se halla exactamente sobre la senda de planeo y dentro del haz localizador.

En cambio, el avión que acaba de iniciar su descenso final se halla por debajo de la altura debida, conforme lo indica la situación en que se encuentra por debajo de la línea brillante. También se halla a la derecha de la posición debida, según lo indica su desplazamiento hacia la derecha con relación a la prolongación de la pista en servicio. El significado de esta imagen es exactamente el mismo que el de la información facilitada por las agujas indicadoras cruzadas

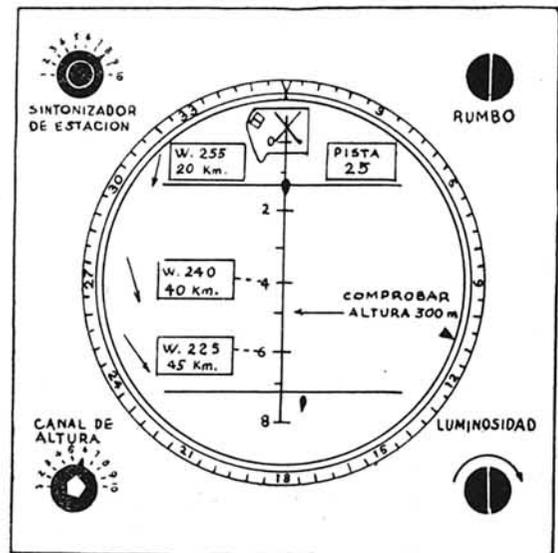


Fig. 5.

de los aparatos medidores, utilizados en el ILS. El problema que el piloto ha de resolver consiste simplemente en mantener su avión volando de tal manera que el punto luminoso que lo representa se mantenga constantemente sobre la intersección de las líneas horizontal y vertical.

Al estudiar la «representación óptica» para el aterrizaje por instrumentos, las explicaciones se han formulado en términos del sistema ILS, común a los aviones comerciales. La «representación» o imagen se produce, sin embargo, por una técnica diferente. La localización del avión, tanto en cuanto a su posición sobre un plano como en cuanto a su altura o elevación, la determina un radar de precisión con barrido de sector, análogo al haz de precisión utilizado en el equipo de GCA (Control de Aproximación desde tierra). Por tanto, se encuentra menos sujeto a distorsión y desviación de la imagen que los haces fijos del ILS normal. Es más, se logra una economía complementaria utilizando este equipo, ya que un mismo sistema puede dirigir por fonía el aterrizaje de aviones no equipados con «Telerán» o que lo tengan averiado, del mismo modo que se emplea el actual equipo de GCA.

Las ventajas de la «representación óptica de la situación» en el «control del tráfico y la navegación aéreas» no son totalmente hi-

potéticas. Un primer paso en su desarrollo mediante la técnica del «Telerán» consistió en instalar una «representación óptica de la situación» sintética sobre un entrenador de vuelo «Link». En esta experiencia se obtuvo una imagen en una pantalla proyectando sobre ella una carta de navegación, de características análogas a las de la proyectada para la representación final, superponiendo a este mapa, mediante otros dispositivos de proyección, puntos brillantes que representaban otros tantos aviones. Luego se hizo que estos puntos se desplazasen sobre el mapa, guardando cierta relación con la velocidad normal y el radio de viraje permisible de los aviones que representaban. Uno de estos puntos fué conectado al mecanismo de deriva que forma parte de todo «Link», bajo el control del piloto.

Una cámara de televisión barrió la pantalla y produjo una imagen combinada de televisión, en la que aparecían el mapa, la situación de todos los aviones, y, especialmente, la posición del punto brillante que representaba el «Link»; el cual se identificó mediante una línea móvil de autoidentificación de manera análoga a la ya descrita para el sistema definitivo. El circuito de salida del «video» de la cámara de televisión fué llevado al «Link» mediante un cable, y el piloto, bajo la capota, condujo el avión de acuerdo con la información que aparecía en su pantalla de televisión. Un disco de rumbos, accionado por el «Link», facilitó la dirección del vuelo de éste, exactamente de la misma manera que el disco de rumbos planeado para el sistema definitivo.

Doscientos pilotos aproximadamente, civiles y militares, han pilotado el «Link» a base de la «representación óptica de la situación»; y en el grado en que el vuelo con el «Link» puede sustituir al pilotaje real de aviones, ha quedado establecida una confirmación firme del entusiasmo de quienes en un principio propusieron su adopción. Esta confirmación cualitativa debería ser seguida por una labor psicológica cuantitativa análoga a la que actualmente está realizando la National Research Council (Consejo Nacional de Investigaciones) con relación al VOR y al DME. Los trabajos realizados hasta la fecha indican que la imagen constituye una

exposición más fácil de apreciar en los datos relativos a la navegación y situación del tráfico, que cualquier combinación de agujas indicadoras o señales acústicas AN que lleguen a los auriculares.

Lo que actualmente se necesita es un estudio cuantitativo que demuestre cuál es el tipo de imagen que mejor se adapta al empleo por parte de los encargados del control en tierra y de los pilotos. La flexibilidad de una «representación óptica de la situación», cuando se presenta mediante un enlace de televisión, permite contar con una capacidad sin límite de producción de imágenes. Si el sistema ha de alcanzar todo el valor de que es capaz, ha de ponerse el mayor cuidado en que su proyecto se prepare con todas las garantías.

Continuando la labor experimental con el «Link» en los laboratorios de la Radio Corporation of America, la Fuerza Aérea dispuso una instalación experimental en las proximidades de Washington. Este equipo ha entrado en servicio recientemente y ha estado funcionando aproximadamente durante ciento veinticinco horas de vuelo. Todas las fases de la navegación se han visto representadas en la instalación experimental, tanto en el vuelo a lo largo de las rutas como sobre la zona terminal y, por último, durante el aterrizaje.

No se dispone todavía de datos cuantitativos sobre el comportamiento del sistema. En realidad, después que se disponga de tales datos, todavía será necesario realizar una considerable labor analítica antes de que los resultados obtenidos con una instalación experimental puedan ser generalizados para que indiquen con cierto grado de confianza los resultados que pueden esperarse de un sistema definitivo.

Esta es precisamente una de las tareas de la Air Navigation Development Board. La Aviación americana es realmente afortunada al contar con hombres del calibre de los que la integran y con la calidad de los cuadros técnicos que la apoyan. El Congreso y el Departamento Ejecutivo del Gobierno han aprobado ya su labor. El futuro del transporte aéreo en los Estados Unidos es prometedor.