

## La moderna radio de Aviación en los Estados Unidos

Por W. E. JACKSON

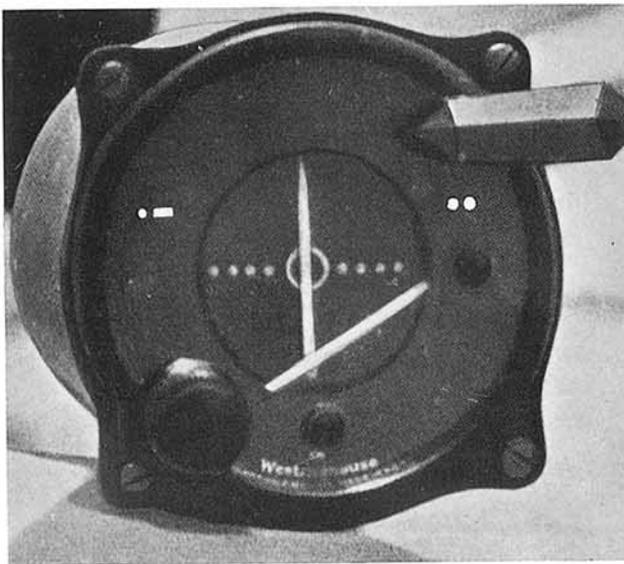
(«Shell Aviation News», febrero de 1936)

LA radio ha contribuido grandemente a la seguridad y mantenimiento de las operaciones de transporte aéreo regular, suministrando a los pilotos información meteorológica, orientación y guía, y comunicación bilateral. En el futuro, la radio ha de jugar indiscutiblemente un papel de mayor importancia en orden a la seguridad y garantía del transporte aéreo, mediante el establecimiento de:

- a) Antenas emisoras de torre vertical en todos los radiofaros direccionales para eliminar las variaciones nocturnas del rayo-guía.
- b) Conmutación sistema *a-i* en todos los radiofaros direccionales para permitir la recepción simultánea de señales audibles y visibles.
- c) Perfeccionamiento de los servicios de radiodirección y radiotelefonía, para permitir la recepción simultánea de ambos.
- d) Balizas de frecuencia ultraelevada para la positiva identificación de los conos de silencio de los radiofaros direccionales.
- e) Adopción sistemática del radiocompás en todos los aviones, como auxiliar de la navegación.
- f) Servicios de radio que permitan aterrizar sin visibilidad con cualesquiera condiciones de niebla, techo de nubes bajo o insuficiente visibilidad.

Actualmente, uno de los más notables perfeccionamientos ha sido el desarrollo de las antenas en forma de torre, en sustitución de los antiguos cuadros en los radiofaros direccionales, con lo que se eliminan los llamados efectos nocturnos de desviación de los rayos-guías, observados de noche por los pilotos en vuelo. Además de ello, se ha aumentado en un 73 por 100 la intensidad de campo de los radiofaros direccionales, correspondiendo a un aumento del poder radiante equivalente al triple del que se obtenía con las antenas de cuadro. Ahora se están equipando con antenas de torre unas 72 estaciones.

Se va hacia la adopción general de los indicadores visuales de



Instrumento indicador visual de doble aguja, que instalado a bordo de un avión, permite efectuar la maniobra de aterrizaje sirviéndose exclusivamente de la radio. Cuando ambas agujas se cruzan perpendicularmente en el centro de la esfera, el avión sigue la línea correcta de enfoque y planeo.

dirección, para disminuir así el esfuerzo nervioso que supone la escucha constante de las señales audibles. Ello se logró, en un principio, mediante el sistema de doble modulación, por el que se modula a 65 ciclos una emisión en forma de 8, y a 86,7 ciclos el otro 8 perpendicular.

Sin embargo, este procedimiento no se ha adoptado todavía en firme, debido, probablemente, al hecho de que el sistema audible funcionaba ya normalmente y el cambio de este sistema por el visual es demasiado fundamental para que los pilotos desconfiados lo acepten sin protesta. Teniendo esto en cuenta, es evidente que la transición del sistema audible al visible, ha de ser muy gradual para tener éxito. Para tratar de resolver este no fácil problema, se ha ideado un dispositivo que permita al piloto utilizar las señales audibles para accionar un indicador visual de dirección, obteniendo así, simultáneamente, la indicación visual y la audible. Para obtener indicaciones visibles con este sistema, es esencial que la señal emitida en un cuadrante, sea mucho más breve que la emitida en el otro. En consecuencia, el nuevo sistema transmite las letras *a* (• —) e *i* (• •), en lugar de la combinación habitual *a* (• —) y *n* (— •). El punto de la *a* es cinco veces más largo que cada punto de la *i*. La señal "en ruta" o superposición de señales, sigue oyéndose como una nota continua y monótona. La combinación *A-I* se transmite dos veces más de prisa que la combinación *A-N*; en el aspecto audible, el alcance de la *a-i* es casi idéntico al de la *a-n*. Según lo expuesto, es evidente que el único cambio necesario en los radiofaros direccionales es la sustitución de una leva interruptora con las señales *a-i*, en lugar de la antigua leva *a-n*, en el mecanismo de conmutación, mientras que a bordo del avión habrá que añadir un indicador visual para obtener esta indicación de la ruta, además de la indicación audible.

Actualmente se ensaya en Pittsburgh un perfeccionamiento más reciente, que es la simultaneidad de emisiones de dirección y radiodifusión de noticias. Para obtener tan apetecible resultado, es necesario separar la frecuencia de la emisión direccional y la frecuencia de la emisión hablada. Las frecuencias de la voz humana vienen a estar comprendidas entre 200 y 3.500 ciclos. Sin embargo, si se suprimen todas las frecuencias inferiores a 500 ciclos, la inteligibilidad de la palabra no sufre apenas alteración. Por ello, la emisión hablada de las transmisoras simultáneas no contiene frecuencias inferiores a 500 ciclos. La frecuencia portadora de las emisiones direccionales es de 300 ciclos, y funciona sin interrupción. Para la recepción audible, esta frecuencia de 300 ciclos es más bien baja, y se halla a menudo en la misma zona de frecuencias que el zumbido del motor; para hacerla más fácil de distinguir, se ha montado en el receptor un pequeño rectificador que duplica la frecuencia antes de que pase al casco telefónico del piloto. El tono que percibe entonces es de 600 ciclos, que viene a ser de la misma gama que un gran número de los actuales radiofaros direccionales del sistema *a-n*. Para aprovechar totalmente el sistema simultáneo, se ha añadido una unidad filtrante al indicador visual instalado a bordo del avión. La misión de este filtro es separar las frecuencias de la voz y las de la emisión direccional, y así, haciendo girar una llave conmutadora, el piloto puede escuchar las emisiones habladas mientras funciona sin interrupción su indicador visual de dirección, o puede enviar también las señales direccionales a sus teléfonos. Así, un piloto que está llegando a su destino, desde una distancia al mismo de 25 a 30 kilómetros, puede recibir sin interrupción señales direccionales

que le permiten localizar su aeropuerto e iniciar sin perder tiempo las maniobras de descenso y aterrizaje; mientras que a un piloto que a la misma hora se encuentra a 100 ó 150 kilómetros del aeropuerto de destino, puede interesarle más recibir un informe meteorológico o una emisión hablada especial, sin ser interrumpido en su escucha por las señales direccionales. El indicador visual de a bordo, completo con su filtro, no pesa más que unos cinco kilogramos.

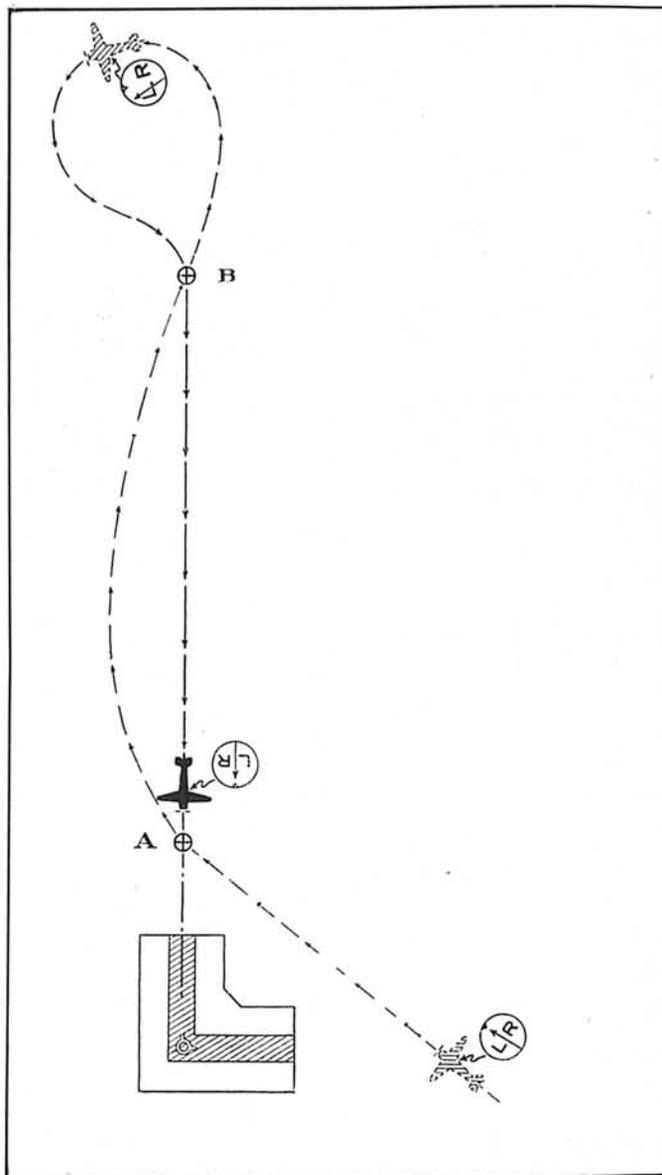
El "cono de silencio" que se observa al volar sobre la vertical del radiofaro direccional, ha evidenciado a veces una cierta dificultad de identificación. Para superar esta dificultad, se ha estudiado una baliza de frecuencia ultralevada, la cual proyecta verticalmente un cilindro de energía radioeléctrica desde la inmediación del radiofaro, señalando de modo positivo la situación de éste. Para utilizar esta señal de identificación, se necesita un pequeño equipo receptor con antena de 1,65 metros, tendida bajo el fuselaje, y cuyo peso total es de unos 3,2 kilogramos. Cuando un avión llega a un radiofaro, se enciende una luz en el tablero de instrumentos, avisando el paso por la vertical del radiofaro direccional.

Los recientes perfeccionamientos logrados en los radiogoniómetros de avión, indican que este dispositivo auxiliará materialmente a la navegación aérea, sirviendo como señal de recalada cuando se emplee sobre estaciones comerciales de radiodifusión o radiofaros direccionales, y como indicador de situación cuando se tomen demoras sobre dos o más estaciones. El compás ayudará también al piloto a orientar su avión hacia el aeropuerto terminal antes de tomar tierra en el mismo.

Aun cuando los servicios de la radio a la navegación permiten volar a ciegas o por encima del techo de nubes entre dos puntos cualesquiera con mucha mayor precisión que la lograda por cualquier otro procedimiento, el problema de realizar un aterrizaje seguro por medio de los instrumentos presenta mucha mayor dificultad. Para lograrlo, el avión debe seguir un itinerario que sea correcto, tanto en el plano vertical como en su proyección sobre el horizontal. Este itinerario debe seguir, además, una línea despejada de aproche al terreno.

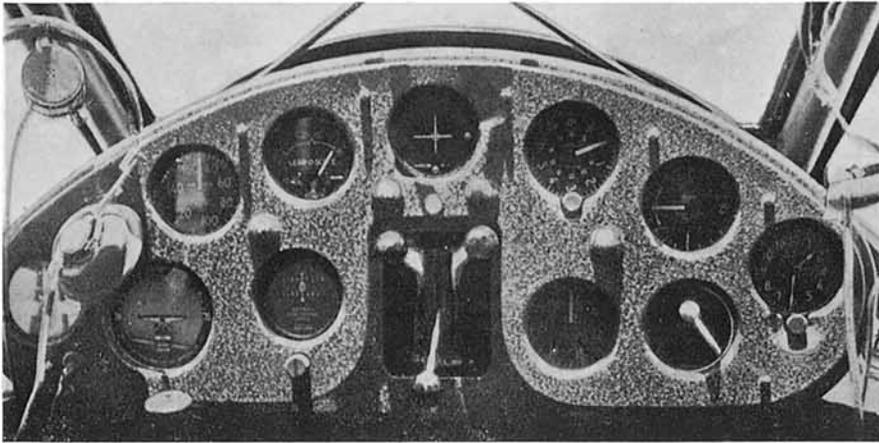
Un sistema de recalada con instrumentos, que llena en parte estas condiciones, es el realizado por el Cuerpo de Aviación Militar de Estados Unidos, el cual está siendo ahora instalado en algunos aeropuertos por la Dirección de Aviación Comercial. El equipo de a bordo consiste en un receptor de onda ultracorta, que enciende una luz al captar la señal de una radiobaliza terrestre, un altímetro sensible y un giróscopo de dirección, además de los instrumentos de vuelo reglamentarios. En tierra, se montan dos radiobalizas con compás de baja frecuencia, que operan con dos radiofrecuencias distintas, y moduladas, respectivamente, a 400 y 800 ciclos. Una de las balizas se halla a 450 metros del límite del aeropuerto, y la otra, a 3.200. Ambas emisoras están alineadas con una línea de aproche despejada. En cada una de estas estaciones se encuentra una radiobaliza de onda ultracorta, que hace encenderse una luz en el tablero de instrumentos cuando el avión pasa sobre su vertical. Además de esto, existe en tierra una cadena de luces en las inmediaciones del campo, y debajo de la línea correcta de aproche al mismo, a fin de facilitar todavía más la recalada en condiciones precarias de visibilidad.

Para utilizar este procedimiento de recalada, el receptor del radiocompás se sintoniza sobre la baliza más interior, y el piloto enfila el avión hacia la emisora. Cuando el encendido de la luz indicadora avisa el paso sobre la vertical, el piloto sintoniza el radiocompás sobre la baliza exterior y vuela hacia ella. Al pasar por la vertical, vuelve a avisar un destello de la luz del tablero. Entonces pica hasta quedar a 250 metros sobre el terreno, vira 180 grados, vuelve a pasar (sirviéndose del radiocompás) sobre la baliza exterior y observa el destello de la luz de a bordo. En



Aplicación a la Aviación Comercial del método de aterrizaje sin visibilidad adoptado por el U. S. Air Corps. Los círculos con las letras L/R representan las posiciones de la aguja indicadora del instrumento tal como aparecen en vuelo. Los puntos señalados A y B son las dos estaciones radioemisoras.

este momento sintoniza el receptor del compás sobre la baliza interior, retoca el timón de dirección hasta situarse en línea recta hacia la baliza, pone el giróscopo direccional en cero, corta gases y planea hasta 45 metros de altura, conservando el rumbo hacia la baliza interior por medio del radiocompás. En el momento en que el destello de la luz le avisa el paso sobre la baliza, corrige el timón hasta leer cero en el giróscopo de dirección, y continúa el planeo manteniendo el giróscopo en cero. El avión desciende planeando hasta que llega por debajo del bajo techo de nubes y logra divisar la cadena de luces que se dirigen hacia la pista de aterrizaje y a lo largo de la misma. A partir de este momento, termina ya la maniobra de aterrizaje en la forma acostumbrada. Las mayores ventajas de este procedimiento son la facilidad con que se puede volar por el compás y la facilidad con que se puede enfilar la pista de aterrizaje. Otra ventaja es, que cada operación se efectúa siguiendo las normas acostumbradas y lógicas, pues las más difíciles se ejecutan a bastante altura y la maniobra se simplifica a medida que el piloto se acerca al suelo.



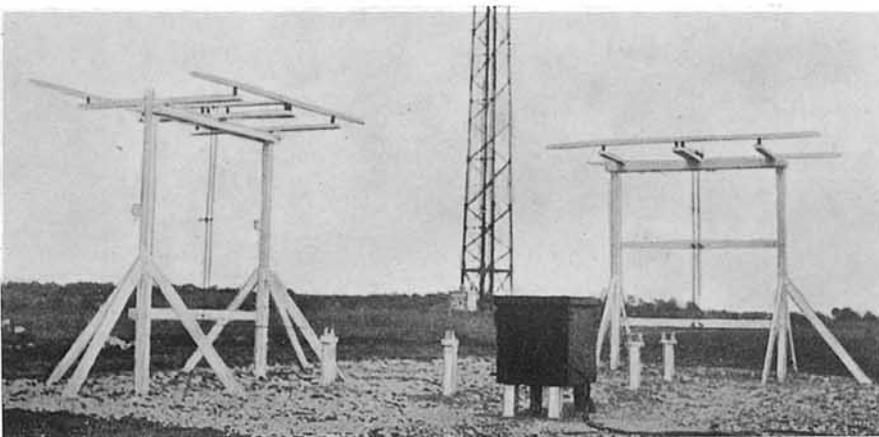
Tablero de instrumentos de un avión comercial, mostrando la instalación del indicador visual de aterrizaje (al centro y arriba) con sus luces indicadoras del paso de balizas. Debajo, y a la izquierda de las palancas de gases, aparece el radiocompás. Colgado de los montantes del parabrisas se divisa un casco telefónico.

El inconveniente mayor es que la lectura del altímetro puede arrojar un error hasta de 12 metros, y que presenta también otro error de retardo. Otro inconveniente es que, cuando las estaciones terrestres no pueden ser trasladadas fácilmente de un sitio a otro, por no haber un número adecuado de líneas de aproche utilizables, un viento transversal puede dar lugar a que el avión llegue a la baliza interior formando ángulo con la dirección de la pista, lo que dificultará la realización del viraje y la puesta en cero del giróscopo una vez pasada dicha baliza.

El eslabón más importante que se echa de menos en los sistemas de aterrizaje por instrumentos es un altímetro exacto, o dispositivo que haga sus veces. Esta necesidad ha quedado cubierta por la línea de planeo marcada con onda ultracorta, que acaba de ser desarrollada por la Oficina de Normalización (*Bureau of Standards*). La línea de aterrizaje consiste en un haz dirigido de onda ultracorta, con frecuencia de 91 megaciclos y modulado a 60 ciclos, cuyo haz va concentrado tanto en el plano vertical como en el horizontal. El receptor de recalada tiene una sensibilidad fija y acciona un voltímetro de salida (punta horizontal de la aguja en cruz de los indicadores visuales). El voltímetro de salida es mantenido a un nivel constante, indicando con ello que el avión se mantiene dentro del rayo-guía y acercándose al límite del mismo a medida que se acerca al aerodromo, en su planeo. Basta con volar el avión

sección de ambas agujas da al piloto la situación del avión con relación al rayo-guía de planeo. Por ejemplo: si las agujas se cortan en el ángulo superior izquierdo del indicador, el avión se encuentra encima y a la izquierda de la línea correcta de descenso. A distancias de 450 y 3.200 metros, respectivamente, del límite del aerodromo, se encuentran dos radiobalizas de onda ultracorta, que operan sobre 75 megaciclos con modulación a 800 ciclos, cada una de las cuales hace encenderse una luz en el tablero de instrumentos y produce una señal audible en teléfonos. En el receptor de a bordo se encuentran transformadores de baja frecuencia sintonizados para evitar las interferencias de las dos frecuencias moduladoras, ya que dicho receptor ha de tener un alto grado de selectividad en alta frecuencia.

Para utilizar este sistema, el piloto sintoniza el receptor del radiocompás sobre el radiofaro direccional miniatura, y vuela hasta que el indicador visual acusa la ruta correcta. Entonces "mete" el timón de dirección hasta que el compás indica que lleva rumbo a la emisora. En este momento, ambos indicadores están en cero, y se pone en marcha el giróscopo de dirección. Desde este punto, el avión se acerca al aeropuerto a una altura aproximada de 300 metros, y observa al indicador de línea de planeo, que poco a poco se eleva hasta quedar horizontal. Cuando la ha alcanzado, el piloto reduce gases y maniobra los mandos hasta que las dos agujas del indicador se crucen en el centro del instrumento. A unos 3.200 metros de la emisora, el avión se encuentra a unos 120 metros sobre la baliza exterior, la cual dará simultáneamente indicaciones visible y audible. Continuando el planeo, la segunda baliza, situada a 450 metros del campo, vuelve a dar indicación visible y audible del paso sobre su vertical. Continúa el planeo en línea correcta, manteniendo el rumbo con el giróscopo de dirección y observando el indicador visual, hasta el momento de tomar tierra. Una fila de luces que se extiende a lo largo de la línea de aproche, desde la baliza interior hasta el límite del campo, auxilia también al aterrizaje, aun cuando su presencia no es indispensable, ya que el rayo-guía de aterrizaje conduce al avión hasta el suelo con una seguridad y exactitud absolutas.



Dipolos o antenas emisoras de las radiobalizas de onda ultracorta, que señalan dos puntos precisos de paso por la vertical, en la maniobra de aterrizaje sin visibilidad, por radio.