

La radio al servicio de la aviación

En la actualidad, en que la aviación ha alcanzado un desarrollo tal que constituye un medio de locomoción y transporte insustituible es objeto de continuas y cada vez mayores exigencias tendientes todas ellas a un mayor perfeccionamiento de la misma. En efecto, hoy día el comerciante o particular, remitente de cartas aéreas o el pasajero que viaja en avión, está acostumbrado a exigir de estos servicios la misma puntualidad y regularidad que le garantizan por ejemplo los ferrocarriles. Existen ya innumerables líneas aéreas en que el servicio se desarrolla con la misma regularidad que cualquier otro medio de transporte menos difícil. Para obtener tal estado de cosas hubo que realizar enormes esfuerzos, tanto en el laboratorio como en la práctica, y la parte que le ha cabido a la radio en la solución de estos problemas es bien importante. El objeto de estas líneas es el de dar una idea de este último aspecto, es decir, de las diversas aplicaciones de la radio que contribuyen a la regularidad y seguridad de los servicios aéreos. El autor desea aprovechar para ello las observaciones que le fué dado recoger durante su estadía en Europa.

En la navegación aérea son dos las tareas que le cabe solucionar a la radio: primeramente las comunicaciones con las estaciones terrestres y ocasionalmente con otros aviones, teniendo un papel muy importante la recepción del servicio meteorológico, y en seguida la contribución a la navegación misma, como ser: determinación de la posición del avión, vale decir: radiogoniometría, vuelo dirigido, vuelo por radio guía, aterrizaje a ciegas, etc. Ambos aspectos y especialmente el último, la navegación con ayuda de la radio, sufrieron grandes progresos durante los últimos años.

En cuanto al equipo normal para las comunicaciones deberá cumplir éste con una serie de condiciones especiales que ordinariamente no se exigen de ningún otro tipo de estaciones, sea terrestre o marina. Poco peso y tamaño reducido son condiciones esenciales; pero no por eso podrán ser menores las exigencias que en cuanto a la estabilidad mecánica y eléctrica (constancia de la frecuencia) se le hagan. Paralelamente a ello deberá el equipo rendir una potencia tal que garantice el alcance necesario. El empleo de accesorios de características eléctricas muy constantes, gracias en gran parte al empleo de materiales cerámicos especiales, la constitución mecánica especialmente sólida y sin embargo liviana, gracias al empleo de las aleaciones especiales de invención reciente, como ser el metal Elektrón, y la suspensión elástica de los equipos para la protección contra las vibraciones del avión, constituyen los medios con los cuales se consigue la constancia de la

frecuencia. Los equipos modernos para aviones constan generalmente de un transmisor de ondas cortas y otro de ondas largas y receptores correspondientes. Los transmisores, generalmente de sintonía monocontrol aun cuando son de ondas cortas y constan de varios pasos, permiten un cambio de ondas completamente continuo a través de toda la banda. La foto muestra uno de estos equipos,

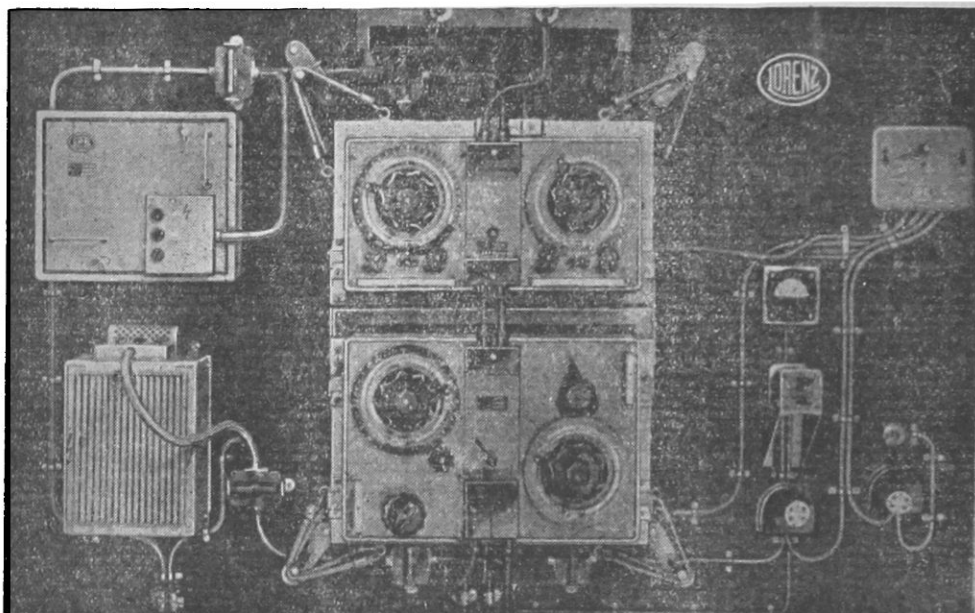


Figura 1.—Equipo radiotelefónico-telegráfico para aviones, de onda corta y larga, 40 Watts de potencia. A la izquierda, los convertidores para el receptor y el transmisor. Arriba en el centro, el receptor de onda larga o corta. Abajo en el centro, el transmisor de onda corta y el de onda larga. A la derecha el manipulador y enchufes para micrófono y fonos.

En cuanto a la navegación aérea se refiere fué la radiogoniometría la primera aplicación de la radio a esta actividad; más tarde y como un desarrollo de ella el vuelo dirigido y más recientemente el vuelo por rayo guía cuyo perfeccionamiento dió lugar al sistema de aterrizaje a ciegas. Todavía hay que mencionar los radiofaros rotativos.

Como es sabido se solucionan los problemas de la radiogoniometría mediante la combinación de una antena de cuadro con una vertical (varilla). En teoría se podría obtener el mismo resultado usando reflectores (espejos): pero esto no es posible prácticamente por causa del tamaño exagerado que adquirirían estos elementos: la abertura del espejo debe ser un múltiplo grande de la longitud de onda. Esta solución sólo viene al caso para ondas ultracortas y decimétricas. La antena de cuadro posee dos mínimos en su característica direccional, desfasados en 180 grados mientras que la varilla vertical presenta una característica uniforme, la combinación de ambas da lugar a la conocida cardioide. La fig. 2 muestra los

mismos resultados en coordenadas ortogonales; examinándola vemos que la exactitud obtenible usando la combinación es muy pequeña, a saber a ± 27 grados alrededor del mínimo la intensidad queda prácticamente constante, la variación es de 5% solamente, no permitiendo de ninguna manera una lectura precisa: la nitidez del mínimo es insuficiente. En cambio, el cuadro solo, en su mínimo, sólo permite una variación de 3 grados para los mismos límites de variación de la intensidad arriba indicada, lo que significa una lectura de la precisión adecuada para la radiogoniometría. De esta consideración se desprende que para la deter-

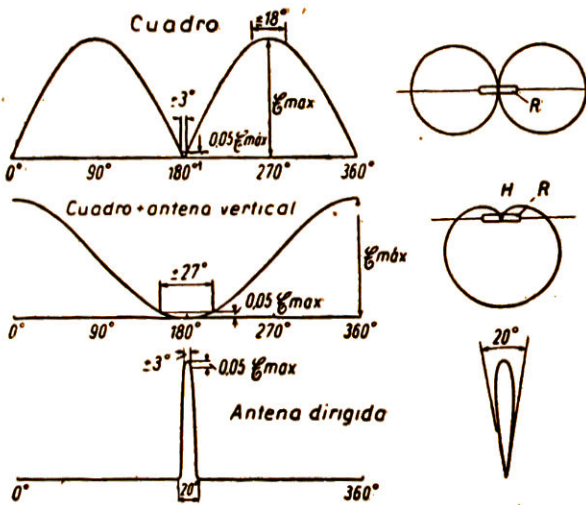


Figura 2.—Características direccionales del cuadro simple, id. + antena vertical, y antena dirigida.

minación del ángulo es necesario emplear el cuadro solo y en seguida usar la combinación de ambas antenas para determinar cuál de los dos mínimos viene al caso, es decir de qué lado viene la señal. Igualmente reconocemos en el diagrama que la exactitud alrededor del máximo es inferior que aquella obtenible en la región del mínimo; en otras palabras: la nitidez del mínimo es mayor que la del máximo, por cuyo motivo se efectúan siempre las determinaciones radiogoniométricas ajustando el cuadro al mínimo de la señal. Como es sabido, el piloto debe hacer dos mediciones de ángulo, de dos transmisores distintos, y con ayuda de la dirección que le indica la brújula, lleva estos datos al mapa y determina gráficamente su posición. Este sistema está sujeto a errores en tiempos borrascosos por la dificultad de efectuar lecturas exactas en la brújula debido a sus movimientos. Otro camino es aquel en que dos estaciones radiogoniométricas terrestres hacen una determinación de ángulo y comunican el resultado al avión, en cuyo caso naturalmente no interviene el error recién indicado. Un tercer método consiste en el empleo de una antena de cuadro en la estación transmisora terrestre. Esta antena rota a una velocidad angular constante y en el preciso momento en que la dirección de su mínima irradiación coincide con la línea norte-sur

se transmite una señal característica por medio de una antena no direccional. El piloto, que conocerá la velocidad de rotación de la antena, se limitará, cronómetro en mano, a medir el tiempo que transcurre entre la recepción de ambas señales, aquella emitida por la antena no direccional y aquella por la del cuadro. Este tiempo transcurrido le indicará inmediatamente el ángulo que forma la línea avión-estación terrestre con la línea norte-sur. Una segunda medida hecha con otro «radiofaro» similar le basta para fijar su posición en el mapa.

El vuelo dirigido es otra aplicación de la radiogoniometría. Se utiliza en los casos en que en el aeródromo de destino exista una transmisora y consiste en hacer

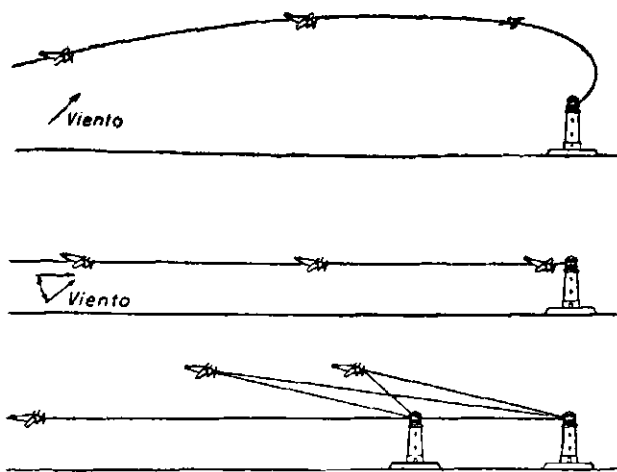


Figura 3.—Vuelo dirigido. Influencia del viento lateral.

coincidir la dirección del vuelo con la línea aeródromo-avión línea que se determina mediante la antena de cuadro instalada en el avión. El piloto se limitará durante el vuelo a vigilar la coincidencia de ambas direcciones recién indicadas: el rumbo y la marcación del goniómetro. No obstante cabe hacer una consideración y es la de la influencia del viento lateral, Fig. 3. Este último haría que el avión no siga una línea recta sino que llegará a su destino según una trayectoria curva (la así llamada «curva del perro», por los aviadores). Para evitar este efecto el piloto observará un cierto ángulo de «avance», Fig. 4, entre el rumbo y la línea aeródromo-avión. Este ángulo de avance es determinado por la velocidad del viento y la del avión como se desprende claramente de la figura. Otro método para obtener el mismo resultado consiste en situar dos transmisores en una línea dada según la cual ha de aproximarse el avión hacia el aeródromo, Fig. 3, en cuyo caso el piloto ha de guiar su máquina de manera a hacer coincidir las direcciones de ambas transmisiones. Ahora bien, en cualquier forma que se verifique el vuelo dirigido, el piloto necesita estar constantemente atento al goniómetro, lo que sería muy molesto al usar el cuadro en su forma común, es decir sintonizándolo permanentemente al mínimo. Mucho más fácil sería el ma-

nejo al lograr una recepción de cierta intensidad correspondiente a la posición avión-aeródromo y que al desviarse el avión de este rumbo obtuviera el piloto una indicación correspondiente que no fuera una variación de la intensidad de la recepción sino más bien de otra clase más precisa. Este punto ha obtenido una feliz solución y el principio en que se basa se ve en la Fig. 4. Se utiliza permanentemente el cuadro combinado con la antena vertical de manera que el diagrama del conjunto es la cardioide. Ahora bien, en el receptor se halla un dispositivo conmutador que en un ritmo determinado cambia la fase de la antena de cuadro. De esta manera, la característica de la combinación es en un momento dado la cardioide de línea llena mientras que en el momento siguiente lo es en la línea de puntos. Se nota que ambas cardioides tienen un punto común, lo que significa que las señales vienen según esta dirección no sufren ninguna interrupción, la recepción es permanente. El piloto guiará entonces su máquina en la dirección en

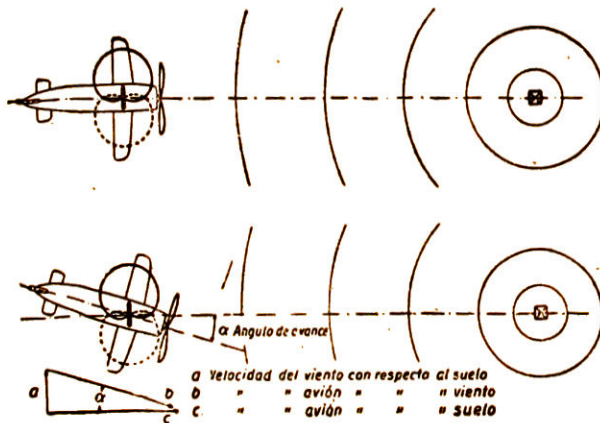


Figura 4.—Vuelo dirigido. Angulo de avance para contrarrestar la influencia del viento lateral.

que oye claramente la emisora, es decir sin interrupciones. Los aparatos están contruidos de manera que si la recepción llega por ejemplo por la izquierda, es decir por la cardioide punteada, la recepción queda interrumpida según el signo morse N y si llega por la derecha el piloto oirá la emisión cortada según el signo A. Se construyen además indicadores ópticos que automáticamente indican «derecha» o «izquierda», evitando al piloto el uso de auriculares.

Para terminar con la parte referente a la radiogoniometría resta decir todavía que no siempre los relevamientos obtenidos son verdaderos, sino que al contrario hay fuentes de error que en determinados casos pueden entorpecer las medidas. Estos errores provienen del llamado efecto nocturno y del efecto de la antena de arrastre. El cuadro sólo trabaja con exactitud: a) cuando la onda que recibe se propaga perpendicularmente al plano del mismo; y b) la polarización magnética de la onda sea horizontal. Esto sucede generalmente en recepción diurna cuando la onda captada es la onda terrestre. Las ondas reflejadas por la io-

nósfera, sin embargo, no cumplen desde luego la condición a) pues llegan al cuadro bajo un cierto ángulo, que no es recto y la condición b) no suelen cumplirla siempre pues la ionósfera puede cambiar la polarización de las ondas. No cumpliendo estas ondas reflejadas simultáneamente ambas condiciones inducen corrientes en las partes horizontales del cuadro y hacen imposible la obtención del mínimo o, si se logra obtener alguno, no corresponde a la dirección receptor-transmisor. Como la recepción de las ondas reflejadas por la ionósfera sucede durante la noche se ha dado el nombre de «efecto nocturno» a este efecto. El mismo fenómeno ocurre también sin intervención de la ionósfera en el caso siguiente: un avión que vuela cerca del cuadro receptor terrestre pero a gran altura sobre el suelo, al transmitir con su antena de arrastre. Debido a su posición con respecto a la estación terrestre el ángulo de incidencia de las ondas con respecto a la horizontal es considerable, es decir las ondas no caen perpendicularmente al plano del cuadro. Por otra parte, a causa de la velocidad de la máquina, la antena de

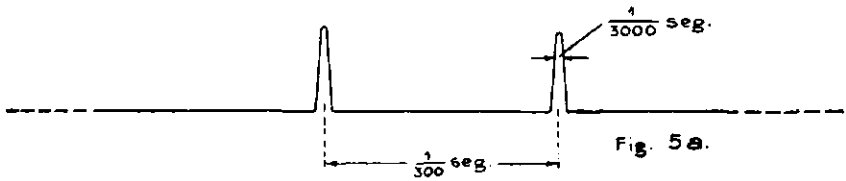
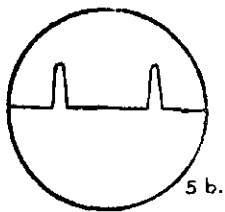
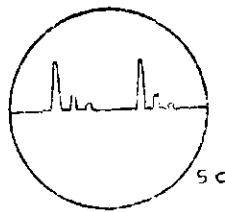


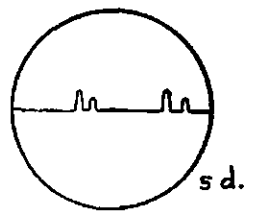
Fig. 5 a.



5 b.



5 c.



5 d.

Fig. 5

arrastre no cuelga verticalmente sino que tiende a la horizontal, con lo cual la polarización magnética de las ondas emitidas ya no es horizontal. También en este caso las indicaciones del goniómetro no merecen confianza.

Para subsanar estos defectos existen en esencia dos métodos: el de la transmisión de impulsos y el de las antenas Adcock. El primero se basa en la diferencia del tiempo existente entre la llegada de la señal directa y de la reflejada por la ionósfera. Así por ejemplo para una distancia entre transmisor y goniómetro de 150 Km., suponiendo la ionósfera a una altura de 100 Km. (capa E), re-

sulta una diferencia de 0,33 milésimos de segundo entre la percepción de la señal directa y de la reflejada. Ahora bien, supongamos el transmisor manipulado en la siguiente forma: 300 impulsos por segundo y cada impulso de $1/3,000$ de segundo de duración, como lo indica la figura 5.^a. Si a la salida del receptor del goniómetro se instala un oscilógrafo a rayos catódicos debiera obtenerse en él un oscilograma como el de la manipulación del transmisor, Fig. 5b; pero si hay ondas reflejadas se verá una figura como la 5c. Durante el día se obtendrá el diagrama 5b mientras que en la noche se presentará el 5c, caracterizándose éste en que la amplitud de la onda directa ha quedado invariable, no varía del día a la noche. Las ondas reflejadas, que a veces pueden ser de mayor amplitud que la directa, se distinguen con relativa facilidad de aquella porque sus amplitudes son variables de acuerdo con las variaciones continuas en la ionósfera. Al observar la imagen del tubo de rayos catódicos se verá la onda directa con su magnitud fija mientras que las de las reflejadas están en continua variación. Para obtener un

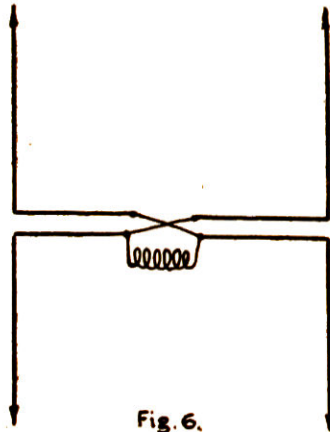


Fig. 6.

relevamiento con el goniómetro se procederá ya no ajustando al mínimo acústico en los fonos sino que tratando de hacer desaparecer la onda directa en el tubo de rayos catódicos, así como lo muestra la Fig 5d. Se ve que la influencia de las ondas reflejadas queda eliminado, no así el efecto de la antena de arrastre, en cuyo caso no se trata evidentemente de ondas reflejadas sino que de la onda directa no horizontalmente polarizada y con un ángulo de incidencia con respecto a la horizontal. Este efecto se evita con el empleo de la antena de Adcock que conjuntamente elimina también la influencia del efecto nocturno ya que de una manera general evita la influencia de las ondas cuyo ángulo de incidencia no sea cero y cuya polarización no sea horizontal. La fig. 6 indica el esquema de una de las formas más usuales de las antenas Adcock. Consta en esencia de dos dipolos conectados en cruz por medio de los conductores horizontales. Si la distancia entre los conductores horizontales es pequeña con respecto a la longitud de onda por recibir no pueden captar energía, con lo cual sólo los conductores verticales entran en funciones, vale decir, el tal goniómetro sólo es influenciado por las on-

das de propagación y de polarización horizontal. Un ensayo hecho da idea de la exactitud del procedimiento: una onda que incide a 45 grados desde arriba y con una polarización girada también en 45 grados, produce un error de 35 grados en un cuadro común, mientras que en una antena Adcock de las descritas sólo produce un error de alrededor de 2 grados.

Las ventajas del sistema de Adcock con respecto al método de los impulsos reside, en el hecho de que siendo posible tomar relevamientos de cualquier transmisor no es necesario que éste posea un equipo de manipulación especial para los impulsos, y además sirve tanto para eliminar el efecto nocturno como el de la antena de arrastre. En su desfavor está la dimensión relativamente grande de la antena que no permite su uso a bordo de aviones.

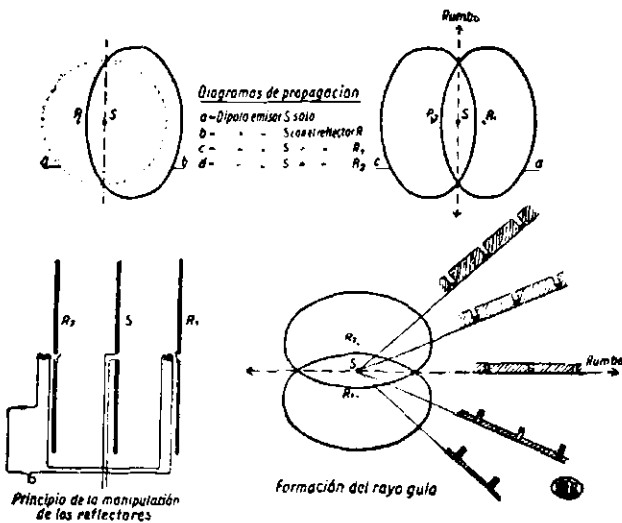


Figura 7.—Vuelo por rayo-guía

Aquí pondremos fin a nuestras consideraciones acerca de la radiogoniometría y nos ocuparemos de las transmisiones dirigidas como auxiliares de la navegación aérea. En el primer caso se trataba de la búsqueda de una dirección determinada: la línea transmisor-receptor, mientras que en este otro lo que se quiere conseguir es fijar en el espacio una dirección determinada que sirva de ruta, y se obtiene por medio de la transmisión dirigida. Esta dirección, que tendrá todas las características de un rayo con su punto de partida en el transmisor hará, pues, las veces de trayectoria, o ruta como dijimos, para los aviones. Así sea, por ejemplo, el caso de dos aeródromos A y B, y que en A haya un transmisor con antena dirigida hacia B. El avión que emprende el vuelo en A volará de manera a oír constantemente la transmisión de A, con lo cual sabe que no se aparta del «rayo-guía», llegando finalmente a B sin haber hecho uso de ningún otro dispositivo de orientación. En la práctica no se puede utilizar simples antenas dirigidas, porque éstas no permiten una concentración del haz suficiente. Se

ha hecho uso de las ondas ultracortas, empleando un sistema de antenas muy ingenioso. El empleo de la onda ultracorta tiene la ventaja de que ésta no da lugar al efecto nocturno, eliminándose así todos los inconvenientes. Además de ello, las perturbaciones atmosféricas son nulas. Veamos cómo funciona el transmisor, donde especialmente interesa conocer el sistema de antena que produce el haz de la angostura necesaria. La fig. 7 ilustra claramente este punto. La antena transmisora propiamente tal es el dipolo S , a ambos lados del cual se encuentran otros dos que hacen las veces de reflectores. Estos últimos sólo ejercen la función de tales, cuando su largo está ajustado a $\lambda/2$, vale decir, cuando son de igual longitud que el dipolo emisor. Este hecho permite un sencillo control del sistema irradiante, pues basta disponer los reflectores en forma de dos conductores unidos

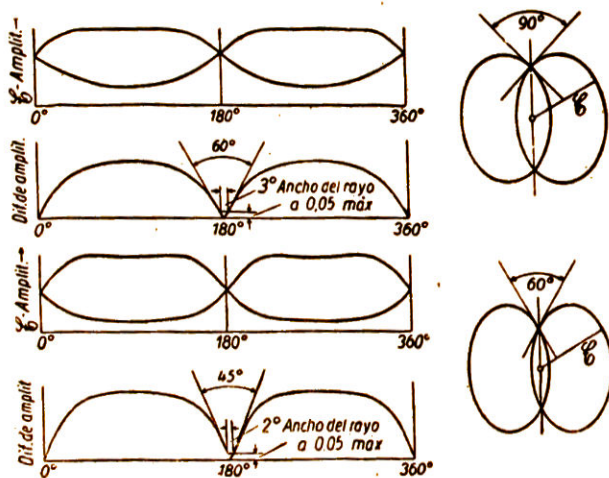


Figura 8.—Vuelo por rayo-guía. Nitidez del rayo.

al centro por medio de un contacto gobernado por un relay. Así, al cerrar el contacto del dipolo R_1 se obtendrá el diagrama de propagación c , mientras que al cerrar el contacto de R_2 , actuará éste como reflector, originando el diagrama de propagación d . En el dispositivo de la figura se ve que los relays están dispuestos de manera que si R_2 está en funciones R_1 no lo está y viceversa, de manera que se podrá obtener alternativamente el diagrama de propagación c o d y todavía más, es posible hacer esto según un ritmo determinado, cosa que a un lado de la emisora se escuchan solamente puntos y al otro sólo rayas. Pues bien, lo interesante es que según el plano de simetría que pasa por el dipolo emisor se oirá constantemente un sonido continuo sin interrupción, ya que aquí los diagramas se sobreponen. De esta manera se logra fijar en forma inequívoca un «rayo guía» que indique una dirección determinada en el espacio. La fig. 8 da la idea de los resultados obtenidos, en cuanto a ancho del haz y se desprende que este dato es función del ángulo de incidencia de los dos diagramas. Este principio de la manipulación alternada con el objeto de conseguir diagramas característicos alternados nos hace recordar el sistema empleado en el vuelo dirigido: pero cabe

observar que allí el objeto era distinto. Este sistema de rayo guía utilizando ondas ultracortas fué utilizado primeramente en el equipo de aterrizaje a ciegas desarrollado por la casa C. Lorenz y recientemente ha sido esta misma firma la que lo adoptó para el vuelo a grandes distancias, como lo insinuamos al principio, es decir para guiar un avión desde un aeropuerto hasta el otro. En efecto, se emplea este sistema por primera vez en Australia, en donde a causa de las fuertes perturbaciones atmosféricas resultó muy especialmente indicado el uso de las ondas ultracortas. En los Estados Unidos se emplean desde hace mucho tiempo sistemas análogos; pero que usan ondas largas. Actualmente, sin embargo, observando el desarrollo de la técnica se puede predecir con gran seguridad que este campo quedará en el futuro definitivamente reservado a las ondas ultracortas, dadas una serie de ventajas que estas presentan, algunas de las cuales acabamos de examinar.



Figura 9.—Aterrizaje a ciegas.

Es sabido que la onda ultracorta tiene alcance limitado, llega regularmente hasta los límites de la visión directa. Así un transmisor de $\lambda=9$ m. con su antena reflectora a unos 6 m. del suelo, como el empleado en el sistema descrito, tiene un alcance de aproximadamente 30 km. a una altura de vuelo de 400 m. Si la antena se sitúa sobre una torre a unos 30 m. del suelo, el alcance es de 180 km. para una altura de vuelo de 1,800 m. Más tarde veremos como la primera disposición, la antena a escasa altura del suelo, se utiliza para la fijación del rayo guía para el aterrizaje a ciegas de aviones. La segunda disposición, a mayor altura, sirve para los vuelos a distancia. El alcance limitado de las ondas ultracortas permite el uso de un mismo largo de onda para todos los transmisores, ya que éstos no se interfieren mutuamente. Esto trae una considerable ventaja en cuanto a simplificación del receptor a bordo del avión: éste podrá tener sintonización fija a la onda común de todos los transmisores, con lo cual su manejo se reduce

a abrir y cerrar la llave del encendido. Para el vuelo entre dos aeródromos distantes podrá ser útil el empleo de dos transmisores de rayos guías, uno para cada aeródromo. En este caso se situará en el transcurso de la ruta un transmisor indicador del paso de un rayo a otro. Este transmisor tendrá una antena de característica vertical, una especie de cono, y emitirá automáticamente un signo determinado. El piloto, al pasar el avión en su vuelo de A a B por encima de este transmisor, oirá esta señal y sabe que ahora entra en el sector trabajado por el rayo guía B.

Veamos ahora cómo se ha empleado el sistema de rayo guía para resolver el delicado problema del aterrizaje a ciegas, que se presenta en aquellos casos en que la falta de visibilidad, neblina, etc., significan al piloto la imposibilidad material de aterrizar. Actualmente hay ya más de 40 aeropuertos, especialmente europeos, equipados con el sistema de aterrizaje mencionado, de la casa Lorenz, y que pasaremos a describir.

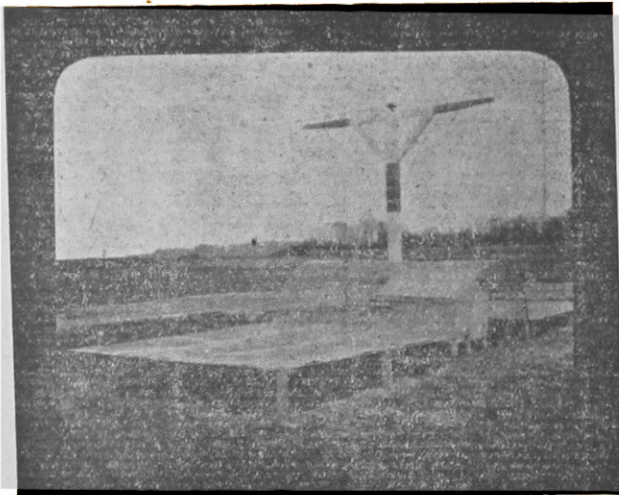


Figura 10.—Exterior de un transmisor para la señal preliminar del equipo para el aterrizaje a ciegas.

La fig. 9 nos servirá para este objeto. Detrás del campo de aterrizaje está situada la casucha que contiene el transmisor de onda ultracorta. Frente a la pared que mira hacia el campo de aterrizaje está la antena con sus reflectores. La onda usada es de 9 m. lo cual, además de las cualidades de propagación, etc., permite dimensionar la antena y reflectores en forma tal que éstos no constituyen obstáculos materiales para el tráfico de los aviones. Se ve claramente cómo el plano del rayo guía pasa por el dipolo emisor del sistema de antena. Véase también la foto de la antena. Este plano del rayo guía será elegido de modo que dentro de él no existan obstáculos para el aterrizaje de los aviones. Si el avión vuela a un lado del plano el piloto no oirá sino puntos, si vuela al otro lado oirá rayas. Si lleva el rumbo correcto, es decir si vuela a lo largo del rayo guía, percibirá un sonido continuo. Ahora bien, para identificar el sentido del vuelo, se ha

fijado la regla de que la zona de rayas siempre habrá de dejar a la derecha. De esta manera el avión siempre llegará al aeródromo por un solo lado. Si la máquina viene volando en sentido contrario el piloto nota que la zona de rayas está a su izquierda y sabe inmediatamente que para aterrizar tiene que pasar primero por encima del campo de aterrizaje para virar y en seguida aproximarse desde el otro lado. Más adelante volveremos sobre este punto. Veamos como se efectúa el aterrizaje mismo. Una vez que el avión esté dentro de la zona de los 30 km. radio de acción de la emisora de aterrizaje, adonde habrá llegado ayudándose del goniómetro, buscará el rayo guía y volará según él, cuidando que

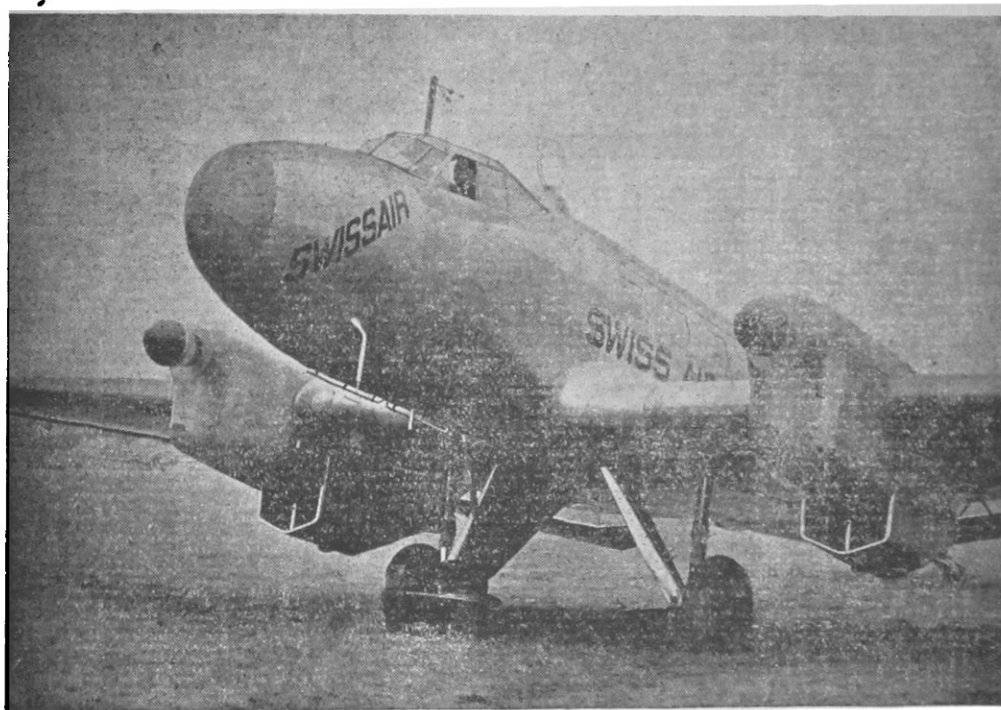


Figura 11.—Un moderno trimotor equipado con los últimos adelantos radioeléctricos. Arriba: la antena de cuadro; además la antena monofilas para las comunicaciones sostenida por una varilla que es a la vez el dipolo vertical para la recepción del rayo guía para el aterrizaje a ciegas. Abajo: el dipolo horizontal para la recepción de las señales preliminares y el tubo por donde se cuelga la antena de arrastre.

el sentido del vuelo sea el correcto. El avión descenderá hasta una altura de unos 200 m. A 3 km. del campo de aterrizaje está situado un transmisor de señalización llamado «señal preliminar», que tiene una antena de característica vertical, como el mencionado al hablar del vuelo a distancia por rayo guía. Al pasar el avión por encima de éste, el piloto oír la señal, sabe, por lo tanto, que está a 3 km. del campo y que debe comenzar el aterrizaje. Posee el piloto, además, un instrumento indicador de la distancia aproximada hasta el transmisor, basado en

la intensidad de la recepción; pero los transmisores de señalización le dan las indicaciones precisas. Un segundo transmisor de señalización a 300 m. del campo, el cual deberá ser pasado a 50 m. de altura, llamado «señal principal», le indica el instante en que debe aterrizar definitivamente. De esta manera el avión se posa en el campo de aterrizaje sin que el piloto haya visto el suelo, sino en el mismo momento de tocar terreno.

Para el caso de que por causa de las condiciones del viento reinante fuese necesario elegir una dirección de vuelo de llegada contraria a la usual, bastaría invertir el sentido de trabajo de los relays de los reflectores, con lo cual la zona de rayas y la de puntos se alternan de lugar. El piloto, que no necesita para nada

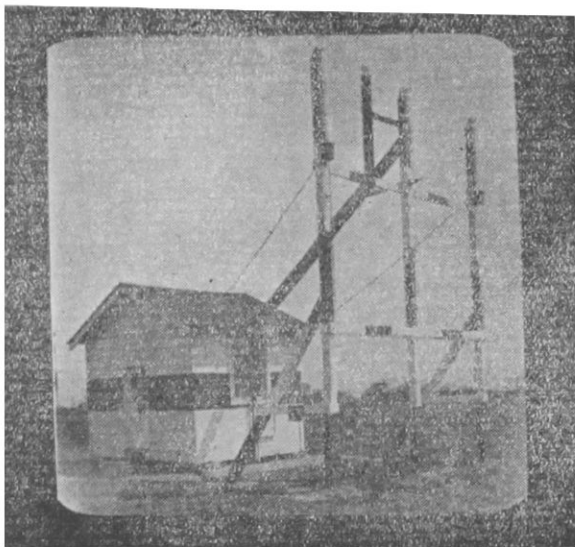


Figura 12.—Equipo de aterrizaje a ciegas. Antena y reflectores para la formación del rayo-guía.

conocer este cambio efectuado en el equipo de tierra, sólo sabe que siempre ha de dejar la zona de rayas a su izquierda y siguiendo esta regla aterrizará ahora por el otro lado del aeródromo, en dirección contraria a la usual. La fig. 10 muestra el exterior de un transmisor para señal preliminar. El aparato mismo está dentro de la casuchita, encima el alambre de malla que hace las veces de reflector y el dipolo emisor. Esta disposición de la antena origina la característica vertical mencionada. Los transmisores de señalización, de 5 watts de potencia, emiten en $\lambda=7,89$ m. y se modulan a 700 y 1,700 cs/s, con lo cual se distinguen entre sí, para lo cual también sirve su distinto ritmo de manipulación automática. El emisor de rayo guía tiene 500 watts de potencia y está modulado a 1,150 cs/s. En cuanto a la instalación de a bordo, consta de un receptor doble, sintonizado fijamente a 9 m. y a 7,9 m. Un fono sirve para la indicación acústica de las señales; pero además de él existe un sistema de indicación óptico conectado detrás

del filtro que separa las tres señales: la señal preliminar, la principal y la del rayo guía. Al percibirse la señal preliminar, 700 cs/s, se ilumina la lamparita correspondiente y en la misma forma actúa la lamparita de la señal principal de 1,700 cs/s. A la salida de los 1,150 cs/s, que corresponden al transmisor del rayo guía, hay un indicador de intensidad que da idea de la distancia entre avión y transmisor, indicando la fuerza de las señales. Además hay un instrumento que indica a qué lado del rayo guía está el avión, sustituyendo la indicación acústica de rayas y puntos descrita al comienzo. Para $\lambda=9$ m. lleva el avión una antena vertical y para $\lambda=7,9$ m. un dipolo horizontal debajo del cuerpo (véase foto) Fig. 11. La sencillez del manejo del receptor, ya que su sintonía es fija, es una ayuda muy grande durante el uso. El empleo de la onda ultra corta, además de las ventajas ya enumeradas presenta esta otra: la de permitir al servicio simultáneo de comunicaciones en ondas largas con el equipo correspondiente, lo que es de suma importancia en el momento de aterrizaje.

La automaticidad completa de la instalación terrestre es una condición muy favorable para el servicio, ya que libera al personal de la vigilancia inmediata del aterrizaje para permitirle el servicio de comunicaciones y goniometría.

- Literatura: 1) Funknavigation in der Luftfahrt, v. Handel und Pfister.
2) Lorenz Berichte, Sep. 1938.
3) Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt, Fassbender.
4) L'industrie française radioélectrique.
5) Proceedings of The I. R. E. Jan. 1938.