



LUIS DE AZCARRAGA

El Atlántico ha introducido muchas modificaciones en antiguos conceptos, o prácticas, de la navegación aérea. El Atlántico influye, sobre todo, por la larga distancia entre sus orillas, y aunque esta característica es bien evidente para cualquiera, no está sobrado el resaltarla de vez en cuando. Separadas por una distancia de mar media de 5.000 kilómetros, se encuentran las dos zonas terrestres de mayor interés mundial: interés económico tanto como político y social. Vencer este gran foso de agua, convertirlo de obstáculo en camino, tal ha sido la gran obsesión de la aeronáutica. Ha sido, pues el deseo está ya logrado.

El logro, sin embargo, tiene aún que perfeccionarse. No consiste sólo en volar de una orilla a otra, ni en volar seguro y regularmente; precisa salvar el espacio marítimo de modo económico. Aunque el Atlántico estuviese plagado de islas, que en realidad no lo está, el problema seguiría siendo más o menos el mismo. No el de la seguridad, pero sí el de la economía del

vuelo; pues el deseo natural es evitar aterrizajes en islas que por sí no aportan volumen al tráfico. Todo aterrizaje que no esté compensado por una razonable aportación de pasaje o carga representa en definitiva: un retraso, por el tiempo perdido en el aterrizaje, repuesto y despegue; un riesgo, al menos de regularidad, por la posibilidad de mal estado atmosférico en la recalada; y finalmente, la necesidad de que las Compañías comerciales mantengan instalaciones y equipos en tierra.

Sin el Atlántico entre Europa y América, no hubiera sido tan rápido el progreso técnico de los medios de protección del vuelo. El Atlántico ha sido y sigue siendo el principal objetivo y acicate de la aviación comercial, y es más que probable que también lo sea de la aviación militar en el futuro próximo. Aun con las islas existentes, las distancias son largas para las ayudas de navegación hasta hace poco empleadas. Si consideramos además, por la mejor economía del vuelo, el deseo de evitar aterrizajes no

reproductivos, el problema hay que plantearlo para etapas de más o menos 6.000 kilómetros. Y esto envuelve aspectos muy diversos y complicados.

Está bien considerar, en primer término, el avance logrado en el radio de acción de los modernos aviones. De los "D. C.-4", apenas mínimos para el salto del Atlántico con modesta carga útil, se pasa pronto a los "Constellation", y de éstos, como sucede actualmente, a los "D. C.-7", los "Constitution" y los "Boeing Stratocruiser", si se aspira al salto de orilla a orilla. Un radio de acción mínimo y una gran seguridad en los motores son condiciones primeras, indispensables, pero no únicas ni suficientes para vuelos de regularidad comercial.

En 1939, fecha a la que siguieron seis años sin intercambio técnico internacional, la seguridad de la navegación aérea en todos los países estaba confiada al empleo de la baja frecuencia en radiotelegrafía, las marcaciones radiogoniométricas en tierra o a bordo y la información meteorológica del tiempo presente o con previsión a muy corto plazo. En la mayor parte de los países aún sigue así; y si ello no es apenas suficiente para vuelos cortos, cuánto menos lo es para travesías del Atlántico.

Largos vuelos requieren grandes medios. Una etapa de 6.000 kilómetros da tiempo para cambios atmosféricos sustanciales. No basta ya la información del tiempo presente, ni la previsión a corto plazo; es necesario dividir el vuelo en diferentes zonas, estudiando el tiempo de cada una de estas zonas según el momento en que el avión va a atravesarlas. La previsión meteorológica de las recaladas se hace especialmente importante, pues los aviones de gran tonelaje necesitan pistas de resistencia y tamaño tales, que no pueden, en buena economía, prodigarse en todos los aeródromos; los aeródromos alternativos no pueden situarse así, muy inmediatos a los terminales a quienes sirven. Y el conjunto de todas estas precisiones de carácter meteorológico conduce a la necesidad de fijar en todo plan de vuelo el punto de la etapa más allá del cual no hay retorno; punto que ha de ser identificado en ruta con la mayor seguridad posible por medio de ayudas de navegación de gran precisión a gran distancia.

Ni tampoco la navegación radiogoniométrica, a base de radiogoniómetros terrestres en alta frecuencia, de gran precisión y alcance, resulta suficiente. El sistema de navegación a larga dis-

tancia debe ser tal que permita situar a los aviones en ruta con precisión suficiente para escalear las recaladas, supuesto que éstas se verifican en zonas con mala visibilidad y con gran densidad de tráfico. Para estas exigencias, la determinación del lugar donde el avión se encuentra debe ser poco menos que automática; un minuto se considera período de tiempo máximo para tal determinación, pues siendo mayor la velocidad de los aviones modernos, unida al posible viento, puede provocar errores intolerables.

Finalmente, el empleo de baja frecuencia para enlaces obligaría a consumo de grandes potencias, con el consiguiente robo de peso y volumen para la carga útil del avión. En contra de lo que es hoy día idea corriente, en los grandes aviones hechos para grandes etapas importa tanto o más que en los pequeños el aprovechamiento de la carga útil. Ciertamente un gran avión permite equiparlo con instalaciones de mayor peso; pero cada kilogramo empleado en el equipo debe multiplicarse por los millares de kilómetros de cada etapa, para deducir el perjuicio económico que ello representa en el rendimiento comercial del vuelo.

En otro orden de consideraciones, la resolución del problema para organizar una red de navegación aérea marca su sello especialmente internacional, o mejor aún, mundial, sobre las necesidades de los largos vuelos. Y no sólo es esto porque largas etapas casi siempre sobrevuelan varios países, sino también porque las instalaciones de ayuda a la navegación a larga distancia se emplazan formando bases cuyos extremos están separados por cientos o miles de kilómetros, situados en países diferentes. Además, los aviones de gran tonelaje, como lo exige, por ejemplo, la travesía del Atlántico, no se limitan a enlaces de carácter local, sino que tratan, lógicamente, de extender sus rutas por todo el mundo. Y de todo ello sale la necesidad de coordinar las instalaciones y los servicios con carácter, no ya internacional, sino prácticamente mundial, de modo que el avión y sus tripulantes encuentren las mismas normas y los mismos métodos en los diferentes países que atraviesan.

Una de las principales preocupaciones de la Conferencia mundial de Radio y "Radar" últimamente celebrada ha sido precisamente decidir la universal adaptación de un sistema de ayuda para la navegación aérea a larga distancia, así como fijar el camino por donde conviene encarrilar la investigación para el progreso futu-

ro. En este problema ya se comprende que existen entremezclados intereses y razones de muy diferente naturaleza: razones técnicas, intereses comerciales, factores políticos, etc.; y el objeto de estas líneas es dar un resumen de lo discutido y acordado, limitando por ahora el comentario a los sistemas ya existentes para ayuda de la navegación aérea a larga distancia y dejando para otra ocasión el comentario sobre los sistemas de aterrizaje instrumental o los de ayuda para la navegación aérea a corta distancia.

La Conferencia mundial de Radio y "Radar" ha sido la última consecuencia, por ahora, de los progresos de la navegación aérea durante la guerra. Progresos que en lo que atañe a los vuelos a larga distancia se manifestaron en dos aspectos diferentes: los bombarderos llamados estratégicos muy a retaguardia de los frentes, en los cuales era necesario conducir una masa de cientos de aviones sobre objetivos difíciles de localizar y por medio de tripulaciones no siempre bien entrenadas, y los transportes de material y tropas a través de zonas donde no estaba, ni podía estarlo, bien organizada la protección del vuelo, como son las rutas del Atlántico Norte, las del Pacífico y las que sobrevuelan las selvas ecuatoriales. De estos dos aspectos diferentes de un mismo problema surgieron medios diversos de ayuda para la navegación aérea; medios cuyo logro costó un gran esfuerzo técnico y económico. Estas instalaciones contribuyeron en gran parte al prestigio de la intervención del Arma aérea en la guerra; pero a la vez pusieron claramente de manifiesto la posibilidad de lograr para grandes vuelos precisiones que normalmente sólo se hubieran logrado tras muchos años de rutinario esfuerzo.

Aún no terminada la guerra, se crea PICAQ en Chicago. La Organización Provisional de Aviación Civil Internacional (PICAQ) es, en primer lugar, un convenio de contenido político, pero cuya primera consecuencia fué de orden técnico, y la segunda, de orden comercial. Sin perjuicio de que se logren también buenos resultados en el orden político y en el orden comercial, los beneficios de acuerdos técnicos son ya de por sí suficientes para justificar el esfuerzo y la existencia de PICAQ. El carácter y la importancia de PICAQ nacen principalmente del hecho de que la guerra puso de manifiesto la posibilidad de vencer las rutas del Atlántico Norte. También después de la guerra del 18 sintió la Aviación necesidades de coordinación internacional, y nació la CINA; pero como entonces ni los aviones ni las instalaciones de ayuda per-

mitían salvar el Atlántico, la CINA resultó casi exclusivamente europea, con su contrapartida en la Convención de La Habana al otro lado del Atlántico. Ahora el problema, más que en los vuelos cortos, afectados casi solamente por el aumento de densidad de tráfico, está en los vuelos a través del Atlántico para enlazar de una manera segura y regular las dos redes aeronáuticas, europea y americana, ya anteriormente existentes.

Tal posibilidad la encuentra PICAQ en los progresos que la aeronáutica logró al socaire de la guerra. Pero aprovecharlos exige un gran esfuerzo de coordinación técnica y de selección, porque los progresos han sido muy diversos, según la situación de los países en el marco de la contienda mundial, y estas diferencias se notan incluso entre los más aliados, ya que cada uno ha dirigido sus actividades a un terreno concreto de la actividad aeronáutica total. Por otro lado, si se desea una adopción universal de un sistema, es imprescindible poner el conocimiento del mismo a la altura de todos los países que han de contribuir. Muchas de las instalaciones militares tuvieron carácter secreto durante muchos años; tal, por ejemplo, la mayor parte de las de tipo "radar". Y por esto, el punto de partida de la Conferencia mundial consistió en una serie de demostraciones técnicas, celebradas en diferentes países.

Ya en 1944, en los mismos días en que 54 países discutían en Chicago el Convenio Internacional de Aviación, se reunió en Montreal un grupo de técnicos ingleses y norteamericanos para discutir las ventajas de los respectivos sistemas. No se trata en estas líneas de señalar cuáles son las características y las respectivas ventajas de los sistemas de origen inglés y de origen norteamericano; el tema es interesante y permite incluir también otros países con su especial punto de vista, por ejemplo, España; pero aquí nos llevaría fuera del objeto de estas notas. Unos y otros sistemas se fundan en las condiciones geográficas de cada país, que crean determinantes del tráfico; y ya se comprende que ninguno de los sistemas está sin virtudes ni defectos. Lo que sí es evidente es la imprescindible necesidad de unificar algunas ayudas que puedan usarse mundialmente, pues de otro modo se complicaría extraordinariamente el equipo de los aviones al obligarles a llevar muy diversas instalaciones a bordo, cada una de ellas inútil durante una cierta parte del vuelo. Y esta unificación no puede limitarse sólo al presente, sino que debe asegurar también coordinación en los

Cuadro núm. 1.—Características técnicas.

COMPARACION DE SISTEMAS DE NAVEGACION PARA LARGA DISTANCIA, EN SU ASPECTO TECNICO

CUESTIONES	RADIOFARO "SOL" Versiones inglesa (U. K.) y norteamericana (U. S.) (*)	STANDARD LORAN (Versión norteamericana)	L. F. LORAN (Versión norteamericana y canadiense)	RADIOGRAFIA OMNIDIRECCIONAL "L. F." (Versión norteamericana.)
<i>Frecuencia radio:</i>				
(a) Banda.	(a) 200-400 Kc/s. (U. S. y U. K.)	(a) 1.800-2.000 Kc/s.	(a) 180 Kc/s.	(a) 100-500 kc/s.
(b) Separación mínima de canal.	(b) 2 Kc/s. (U. K. y U. S.)	(b) 100 Kc/s.	(b) 20 Kc/s.	(b) 1 Kc/s.
(c) Canales por frecuencia.	(c) Uno (U. K. y U. S.).	(c) 24.	(c) 16.	(c) Uno.
(d) Número total de canales previstos.	(d) U. S. y U. K.	(d) 48.	(d) 16.	(d) Afinación continua.
(e) Avión.	(e) No aplicable.	(e) 48.	(e) 16.	(e) Afinación continua.
(ii) Suelo.	(ii) Cualquier frecuencia dentro de la banda.	(ii) 48.	(ii) 16.	(ii) Afinación continua.
(e) Distancia mínima entre estaciones de un mismo canal.	(e) 6.000 millas náuticas.	(c) 3.000 millas.	(c) 10.000 millas.	(c) 6.000 millas.
<i>Modulación:</i>				
(a) Tipo.	C. W. (U. S. y U. K.).	Pulsos 20, 25 y 33 1/3.	Pulsos 20 y 25.	A. M.
(b) Método de identificación aparte de la frecuencia.	Código Morse (U. S. y U. K.).	Ninguno.	Ninguno.	Voz o Código Morse.
<i>Presentación:</i>				
(a) Información presentada.	Línea de posición (U. K. y U. S.), Radial (U. K. y U. S.), Estación.	Línea de posición. Hiperbólicas. Par de estaciones. C. R. T. Copiloto, Navegante o Radio-Operador.	Línea de posición. Hiperbólicas. Par de estaciones. C. R. T. Copiloto, Navegante o Radio-Operador.	Azimuth. Radial. Estación. Visual (Medidor).
(b) Coordenadas.	Sonido (U. K. y U. S.).	No.	No.	Cualquiera de la tripulación. Si.
(c) Origen.	Cualquiera de la tripulación (U. K. y U. S.).	Un minuto.	Un minuto y medio.	Instantáneo.
(d) Método.	No (U. S. y U. K.).	No.	No.	Si, a lo largo de líneas radiales.
(e) A quién.	Un minuto.	No.	No.	No.
(f) ¿Continuamente?	No.	No.	No.	No.
(g) Tiempo para tomar una lectura.	Un minuto.	No.	No.	No.
Adaptable para vuelo automático.	No.	No.	No.	No.
Adaptable para informe automático de posición.	No.	No.	No.	No.

(*) En las respuestas se tuvo en cuenta, en parte, la experiencia española con los radiofaros "Sol", semejantes a los "Consol" ingleses.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

CUESTIONES	RADIOFARO "SOL"		STANDARD LORAN (Versión norteamericana)	L. F. LORAN (Versión norteamericana y canadiense)	RADIOGUA OMNIDIRECCIONAL "L. F." (Versión norteamericana.)
	Versiónes inglesa (U. K.) y norteamericana (U. S.) (*)				
<i>Alcances señalados por:</i>	España (Sevilla y Lugo).	U. K. (Zona de perturbación, grado 1-2).	Zona de perturbación, grado 1-4.	Zona de perturbación, grado 1-3.	
(a) De día, sobre suelo. Idem, sobre mar. (En millas náuticas.)	900 1.500	U. S. (Zona de perturbación, grado 1-2). 400-1.500	300 millas náuticas. 750 ídem íd.	1.500 millas náuticas. Más de 1.500 ídem íd.	No hay datos concretos.
(b) De noche, sobre suelo. Idem, sobre mar. (En millas náuticas.)	1.300 1.900	No conocido. 1.500	1.500 millas náuticas. Más de 1.500 ídem íd.	(No útil por bajo de 400 M. N.) 1.500 millas náuticas.	
Precisión.	Para el 95 por 100 de observaciones, desde 1º a 5º, según la situación dentro del área cubierta (U. S.-U. K.). En las mismas condiciones, de 0.5º a 2º, supuesto un triángulo de radiofaros (España).		Para el 95 por 100 de observaciones, alrededor de 1.5 por 100 de distancia desde la línea base (350 millas). Mejor precisión para línea de base más larga de 350 millas.	Con igual línea de base que "Standard Loran", resulta una precisión de 1/3 a 1/2; es decir, de 3 a 5 por 100 de la distancia para base de 350 millas.	No hay datos concretos.
Forma de cubrimiento.	Dos sectores, cada uno de 120º ancho. (Circular como radiofaro no direccional.)		Dos sectores.—Cada 150º ancho.	Dos sectores.—Cada 150º ancho.	Omnidireccional.
<i>Condiciones de emplazamiento:</i>					
Limitación de obstáculos.	Preferible no haya obstáculos más altos que 2º de pendiente sobre la horizontal (U. S. y U. K.). (Pendiente de 5º para obstáculos próximos.) (España.)		Ninguna, aparte de la sincronización requerida entre las estaciones maestra y esclavas.	Ninguna, aparte de la sincronización requerida entre las estaciones maestra y esclavas.	No hay bastante información.
<i>Número de aviones que pueden utilizar el sistema a la vez:</i>	Sin límite.		Sin límite.	Sin límite.	Sin límite.
<i>Susceptibilidad para las interferencias:</i>					
(a) Natural estáticas.	Seria (U. S. y U. K.).	Ligera.	Ligera.	Seria.	Seria.
(b) Artificiales estáticas.	Seria (U. S. y U. K.).	Ligera.	Ligera.	Seria.	Seria.
(c) Perturbaciones de propagación.	Seria (U. S. y U. K.).	No afectan a la precisión. Sobre tierra se reduce el alcance.	No afectan a la precisión. Sobre tierra se reduce el alcance.	No afectan a la precisión.	No hay datos.
(d) Efectos del terreno y de la línea de costa.	(U. S. y U. K.). No se ha observado efecto perjudicial.				
<i>Indicación de fallo:</i>					
(a) ¿Da indicación positiva en el avión de mal funcionamiento de cualquier parte del sistema?	(a) No. (U. S. y U. K.) (Se refiere a indicación de marcaciones erróneas.)	Si.	No.	No.	No.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

CUESTIONES	RADIOFARO "Sol" Versiones inglesa (U. K.) y norteamericana (U. S.) (*)	STANDARD LORAN (Versión norteamericana)	L. F. LORAN (Versión norteamericana y canadiense)	RADIOLOGÍA OMNIDIRECCIONAL "L. F." (Versión norteamericana.)
(b) ¿Da indicación positiva en la red del suelo de fallo o mal funcionamiento de cualquier parte del sistema y equipo terrestre? (c) ¿Da indicación positiva en el avión de fallo de alguna parte del sistema? (d) ¿Da indicación positiva en el avión de errores en el equipo de a bordo?	Sí. (Tiene monitor con testigo en la propia estación.) Sí. No es necesario.	Sí. Sí. Sí.	Sí. Sí. Sí.	Sí. Sí. No.
<i>Capacidad de servicio continuo:</i> (a) Número de horas fuera de servicio en mil horas de operación del equipo de tierra. (b) Promedio de horas de vuelo por fallo del equipo de a bordo.	No hay datos suficientes. (Prácticamente no hay fallo en el elemento director del sistema.) (España). No es necesario.	Veinte horas. Doscientas cincuenta horas.	No hay datos. Doscientas cincuenta horas.	Datos insuficientes. Datos insuficientes.
<i>Naturalidad de las pruebas y experiencia obtenida:</i>	Cinco años de uso de estaciones alemanas durante la guerra (equipo de U. K.). No bien probado aún (equipo de U. S. A.).	Cuatro años de experiencia, (Cartas en el Atlántico Norte, ruta de Escocia, Faroe, Islandia, Groenlandia, Terranova.)	Un año experimental. Ocho meses en servicio de prueba con uso operativo.	Un año de vuelos de prueba con la estación experimental de baja potencia en Indianapolis.
<i>Características auxiliares:</i> ¿Se propone integrar este sistema con otra ayuda? ¿Requiere el sistema equipos auxiliares?	No (U. S. y U. K.). Sí (España) con radiogoniómetros y radiofaros. Cartas especiales de navegación.	Sí, según propuesta de "Gee". Cartas especiales de navegación.	Sí, según propuesta "Gee" y con "Standard Loran". Cartas especiales de navegación.	Sí, con radiogoniómetros V. H. F. Cartas especiales de navegación.
<i>Antenas en tierra:</i> (a) Número por lugar. (b) Altura. (c) Tipo. Número de lugares necesarios por sistema.	3 (U. K.). 300 ft. (U. K.). Torre radiante. (Las de España son como las inglesas, tres de 100 metros de altura.) Uno.	Dos emisoras y una receptora. 120 ft. Torre radiante. Tipo vertical. Dos.	Dos emisoras y una receptora. 60 ft. Sombrija de 12 rayos sobre torre. Dos.	5 antenas. 350 ft. altura. Torres radiantes. Uno.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

CUESTIONES	RADIOFARO "SOL" Versiones inglesa (U. K.) y norteamericana (U. S.) (*)	STANDARD LORAN (Versión norteamericana)	L. F. LORAN (Versión norteamericana y canadiense)	RADIOGUFÍA OMNIDIRECCIONAL "L. F." (Versión norteamericana.)
<i>Antenas de avión:</i>				
(a) Tipo.	La misma que para comunicaciones m. f. Una.	La misma que para comunicaciones m. f. Una.	La misma que para comunicaciones m. f. Una.	La misma que para comunicaciones m. f. Una.
(b) Número.	Una.	Una.	Una.	Una.
(c) Cobertura angular relativa al avión.	Omnidireccional.	Omnidireccional.	Omnidireccional.	Omnidireccional.
(d) Posible o capaz de desarrollo para aviones de alta velocidad.	No seguro.	Sí.	No seguro.	No seguro.
<i>Potencia necesaria en tierra:</i>				
(Input power).	15 KW (U. K.).	12 KW.	30 KW.	30 KW.
<i>Potencia necesaria en el avión:</i>				
(Input power).	No aplicable. (U. S. y U. K.).	175 W.	200 W.	75 W.
Tensión. Frecuencia.		80 y 110 V. 360-2.640 ciclos.	80 y 110 V. 360-2.640 ciclos.	24/28. D. C.
<i>Peso de la instalación a bordo:</i>				
	No aplicable.	40 libras.	45 libras.	22 libras.
<i>Notas:</i>	Informes basados en el uso en el avión del receptor normal de comunicaciones. Puede usarse también como faro de gran potencia.	Existe hoy, durante la noche, cobertura de 3/10 del área de la superficie de la Tierra.	Puede emplearse el mismo receptor aéreo para el "L. F. Loran" y para el "Standard Loran".	Aún no funciona ninguna estación de gran potencia.

esfuerzos de investigación y mejora para el futuro. Va en ello la propia seguridad, regularidad y economía de los vuelos; y desde un punto de vista estrictamente aeronáutico, tal consideración pesa más que los obstáculos de tipo fronterizo, porque el avión ha venido a empequeñecer las trabas que impidan extensión internacional de los acuerdos, al empequeñecer el mundo desde el punto de vista del transporte.

La siguiente reunión tuvo lugar en Londres, en agosto de 1945. Aunque limitada a representantes técnicos del Imperio inglés y de los Estados Unidos, después de terminada se me ofreció ocasión para conocer las más importantes de las instalaciones sujetas a demostración, entre ellas las más modernas de tipo "radar". La tercera reunión, abierta ya a unos cuantos países de Europa, tuvo lugar en Inglaterra, en los meses de febrero y marzo de 1946; España asistió oficialmente invitada, y tomó parte la Delegación en las demostraciones en tierra y en vuelo y en las discusiones que siguieron.

El eco de estos esfuerzos de iniciativa inglesa se notó en las Conferencias regionales que para organización de ciertas rutas convocó PICAQ, respectivamente, en Dublín, para el Atlántico Norte, y en París, para Europa y el Mediterráneo. En ambas asistió oficialmente una Delegación española, que tomó parte muy activa en las discusiones y demostró ampliamente su deseo de colaboración para organizar la aviación internacional sobre una base efectiva de cooperación y ayuda mutua. Claro está que muchos de los problemas de protección del vuelo, objeto primero de las Conferencias regionales, fueron influidos por las demostraciones de ayudas para la navegación aérea. Y apareció claramente la necesidad inmediata de estudiar el problema en su conjunto, para evitar que cada Conferencia regional de las doce de PICAQ tuviera un punto de vista particular en la resolución de un mismo problema.

En la primera asamblea general de PICAQ, celebrada en junio de 1946 en Montreal, volvió a plantearse el problema. La Comisión Técnica de dicha asamblea, en la cual tomé parte, convino en que ciertos aspectos de la técnica de la navegación aérea exigían un examen colectivo lo más amplio posible; así, por ejemplo, las normas para certificar navegabilidad de aviones, la discusión de las unidades físicas fundamentales, el cálculo de pistas de aterrizaje, y entre todas ellas en preferente lugar, la universalización de los métodos y sistemas de protección de vuelo.

La asamblea acordó promover conferencias mundiales, especialmente convocadas para fines concretos, y se convino que la primera de todas ellas sería una dedicada a los sistemas de radio y "radar" para ayuda de la navegación aérea. Los dos países comercialmente más interesados, Inglaterra y Estados Unidos, ofrecieron realizar las demostraciones previas, que pondrían a todos los países al corriente de las instalaciones cuya adopción habría después de discutirse.

Las demostraciones inglesas se verificaron en septiembre de 1946. Las demostraciones norteamericanas, en octubre del mismo año. Alguna instalación particular, australiana y canadiense, se vió también en Ottawa al finalizar las demostraciones norteamericanas. España, aunque muy interesada en tales demostraciones, no exhibió nada por su cuenta, pues los radiofaros tipo "Sol" ya figuraban en el programa inglés. Finalmente, en noviembre de 1946, y en Montreal, tuvo lugar una asamblea de un mes de duración, en la que se discutió lo concerniente a los sistemas examinados, y en principio se tomaron acuerdos para la redacción de un Convenio mundial. Asistieron prácticamente todas las naciones europeas, aliadas o neutrales, incluso España, más todo el Imperio británico, más una gran parte de las naciones americanas, con los Estados Unidos, por supuesto.

Las discusiones tuvieron un carácter marcadamente técnico. No dice ello que se desdeñaran ciertos aspectos económicos, e incluso otros políticos; pero la realidad es que la asamblea destacó por la extensión y la profundidad de los estudios técnicos, realizados como crítica comparativa de las instalaciones.

Entrando en la materia que principalmente nos ocupa hoy, o sea, la comparación de los diversos sistemas para navegación aérea a larga distancia, el estudio se hizo: primero, por análisis críticos de comités especializados, uno en el orden técnico, otro en el operativo, otro en el de fabricación y factores económicos; después, fijando las características deseables, hoy y en el futuro, como mínimo; finalmente, procediendo a una valoración relativa de cada uno de los sistemas, mezclando todos los aspectos anteriores. Acaso la formación esencialmente matemática de la mayor parte de los delegados: aviadores, ingenieros, investigadores, etc., impulsó a buscar fórmulas que de una manera poco menos que automática valoraran los sistemas. Tal propósito tuvo que ser abandonado, como no podía menos de suceder, porque en la elec-

ción de un sistema aparecen multitud de factores subjetivos o imponderables. Por eso aquí no pretendemos caer en parecido error y no tratamos de hacer una demostración rigurosa en defensa de ninguno de los sistemas; quede ello para otra ocasión en que se desee resaltar un especial punto de vista. Por ahora baste con señalar las conclusiones objetivas y de carácter general que corresponden a cada uno de los sistemas, y quien lea puede por su parte sacar consecuencias.

No es necesario, por otro lado, una descripción muy detallada de cada uno de los sistemas en comparación. Estos sistemas fueron: el radiofaro tipo "Sol", el sistema "radar" Standard Loran, la variante del anterior L. F. Loran y los radioguías omnidireccionales L. F. Estos cuatro sistemas son ya conocidos en sus rasgos esenciales por otras descripciones anteriores, y un simple y muy breve recordatorio bastará ahora para fijar ideas.

Dos de los sistemas corresponden al tipo de onda continua (c. w.) y navegación por coordenadas polares. Son los radiofaros "Sol" y los radioguías L. F. omnidireccionales. Ambos sistemas pretenden lo mismo: por la emisión radio de tipo normal forman en el espacio un haz de rayos concurrentes en la propia instalación, de modo que el receptor del avión logra directa y automáticamente una marcación radiogoniométrica respecto al emplazamiento de la instalación terrestre. Las instalaciones son, pues, individuales; pueden estar situadas en muy diversos países, con funcionamiento independiente; no están enlazadas entre sí, ni deben funcionar sincrónicamente. A bordo, en cambio, hay que observar varias a la vez, en receptores diversos, para lograr marcaciones que se corten; como contrapartida, los receptores son normales, de los usados corrientemente para enlace.

Otros dos de los sistemas corresponden al tipo de impulso ("radar") y a la navegación hiperbólica. Son los Loran: Standard, que emplea alta frecuencia, y L. F., que, como las iniciales indican, emplea onda media. Salvo esa diferencia de onda, que claro está, trae consigo diferentes alcances y diferente longitud en la base fundamental, los dos sistemas son semejantes; el Standard nació durante la guerra, y el L. F. es una modificación reciente para corregir los defectos que al primero aparecieron. Por la emisión de impulsos, por parejas de estaciones, o mejor aún, por una estación maestra y dos o tres esclavas sincronizadas, formando

así dos o tres parejas, se forman en el espacio líneas hiperbólicas, lugares geométricos de los puntos en que las emisiones de cada pareja se reciben en el mismo momento; la intersección de dos hipérbolas da la posición del avión. Las instalaciones tienen, por tanto, que sincronizarse; dependen unas de otras, aun estando a muy grandes distancias y en países diferentes. Los receptores de avión son también especiales, con pantalla de rayos catódicos; pero en cambio la lectura de cada hipérbola se hace con gran rapidez, y relativamente en pocos segundos puede lograrse una intersección de marcaciones.

La comparación fundamental entre los dos tipos de sistemas, o mejor aún entre las cuatro clases de instalaciones, debiera residir en el grado de precisión que con cada una se obtiene. Pero los datos teóricos son muy semejantes para todas ellas, y en realidad falta todavía observación práctica suficiente para pronunciarse en este extremo. La comparación, desde el punto de vista técnico, figura en el cuadro número 1, en el cual se han examinado principalmente las características radio-eléctricas del sistema. La comparación en el aspecto operativo, donde se han examinado los factores de instalación y las condiciones del personal en tierra y a bordo de los aviones. El factor económico de fabricación y montaje figura en el cuadro número 3. En realidad el aspecto económico total no está completamente resuelto con el cuadro 3, pues éste sólo incluye los costos de primer establecimiento; como complemento de ellos deben introducirse otros que se deducen del cuadro 2, por ejemplo los de entrenamiento del personal, y otros del cuadro 1, por ejemplo los de posibilidad de averías y consumo de energía. De modo que, a pesar del notable trabajo comparativo que supone tales cuadros, aún quedan factores por considerar poco menos que imponderables.

En definitiva, un estudio a fondo del problema parece exigir, como mínimo, la consideración de factores que se enumeran a continuación, y que pueden servir de base para comparar y evaluar las ayudas de navegación que en cada momento se consideren, bien sean de larga o de corta distancia, bien de control de tráfico o de recaídas y control del aeródromo. Algunas de las preguntas exigen tiempo de experimentación para darles contestación comprobada. Ésta es acaso la primera consecuencia, falta de una comparación sistemática y rigurosa de los sistemas en condiciones reales de servicio. Pero

Cuadro núm. 2.—Características operativas.

COMPARACION DE SISTEMAS DE NAVEGACION A LARGA DISTANCIA, EN EL ASPECTO OPERATIVO

CUESTIONES	RADIOFARO "SOL"	STANDARD LORAN	L. F. LORAN	RADIOGUÍA L. F. OMNIDIRECCIONAL
Sistemas considerados.	Versión de U. K. Versión Federal (U. S. A.).	Clase A.	Sobre el tipo instalado en Canadá.	Sobre el modelo de Indianópolis.
<i>Condiciones de emplazamiento.</i>				
¿Se requiere emplazamiento junto a un aeródromo?	No.	No.	No.	No.
¿Se requiere emplazamientos exteriores a un aeródromo?	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.
¿Cuántos emplazamientos de éstos son necesarios?	Tres lugares por estación (antenas), y tres estaciones para recubrimiento total circular determinando posición (fix).	Un lugar por estación y cuatro estaciones para determinar posición (fix) con recubrimiento circular.	Un lugar por estación y cuatro estaciones para recubrimiento completo.	Un lugar por estación y tres estaciones para recubrimiento completo.
¿Cuál es el área aproximada en cada emplazamiento?	1.000 ft. X 1.000 ft.	700 ft. X 700 ft.	2.500 ft. X 2.500 ft.	1.200 ft. X 1.200 ft.
¿Tienen que estar situados los emplazamientos en una posición fija, relativa a un aeródromo, o a los emplazamientos entre sí?	Sí. (Se refiere a las antenas.)	No. Espaciados a una distancia que varía de 100 a 600 millas, recomendándose de 200 a 400 millas.	No.	No.
En este caso, ¿cuál es la disposición aproximada?	En línea, separadas 1,5 millas.	No aplicable.	No aplicable.	No aplicable.
¿Se requiere un sistema de tierra extenso?	Sí. Radial hasta 300 ft. en la base del mástil.	Sí. Se recomienda sistema radial de 300 ft.	Sí. 120 radiales de 1.000 ft. de largo por cada estación.	Sí. Radial de 300 ft., aproximadamente a 10° de intervalo.
<i>Exigencias de la instalación terrestre.</i>				
¿Qué cantidad de edificios se requieren para albergar el equipo?	Tres antenas por estación y un edificio (U. K.), o tres edificios (U. S. A.).	Tres edificios (uno por cada estación, teniendo en cuenta que una sola estación no da marcas).	Tres por lugar.	Una.
¿Que espacio de tierra se requiere en cada uno aproximadamente?	U. K. = 20 pies X 20 pies el central y 4 pies X 4 pies los externos. Federal = 15 ft. X 15 ft. en cada uno de los tres.	500 pies cuadrados por cada estación.	960 pies cuadrados, 900 pies cuadrados y 30 pies cuadrados por lugar.	150 pies cuadrados.
Describase cualquier construcción especial que se requiera para cualquier edificio. (Ejemplo: Si necesario barraca receptora, completamente protegida.)	Ninguna.	Los reguladores deben estar resguardados dentro del edificio para protección.	Ninguna.	Ninguna.

Cuadro núm. 2. (Continuación.)

CUESTIONES	RADIOFARO "SOL"	STANDARD LORAN	L. F. LORAN	RADIOGÜÍA L. F. OMNIDIRECCIONAL
¿Es convencional la construcción de antenas, teniendo en cuenta el tipo del mástil, etc.?	Sí. Tres mástiles de 300 pies por cada emplazamiento (U. K.). Mástiles de 285 pies (U. S. A.).	Sí. Dos torres de 100 pies por emplazamiento.	Sí. Dos torres de acero de 625 pies de altura.	Sí. Cinco mástiles de 300 pies de altura.
¿Envuelve algún problema mecánico o eléctrico, especial, la instalación del equipo?	No.	No.	No.	No.
¿Existe alguna posibilidad de que sea necesaria alguna reforma en el emplazamiento? (Ejemplo: Quitar árboles, derribar edificios, etc.).	No.	No.	No.	No.
Déanse detalles sobre cualquier necesidad de cables especiales que se requieran entre dos emplazamientos.	U. K. = 300 pies de cable coaxial, más el resto de línea aérea para unir las antenas con la Central.	Ninguno.	Ninguno.	Ninguno.
¿Necesita el equipo ajuste y entrenamiento distintos de los normales? (Ejemplo: Frecuente ajuste A. F. C.)	No.	No.	No.	No.
<i>Exigencias del equipo de avión.</i>				
¿Se requiere equipo en el avión?	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.
¿Es probable que se requiera alguna modificación en el diseño del avión para la instalación de antena?	No.	No.	No.	No.
¿Es crítica la colocación del equipo o de cualquier parte de él?	No.	No.	No.	No.
¿Necesita el equipo prácticas de ajuste y entrenamiento distintas a las de rutina normal?	No.	No.	No.	No.
<i>Exigencias del personal.—Equipo de tierra.</i>				
¿Es necesaria una vigilancia continua de personal operador?	No es esencial.	Sí.	Actualmente, sí.	No.
Informe del número y tipo de personal, por cada ocho horas de guardia.	Ninguno.	Tres o seis (uno o dos en cada estación, que depende de que se empiece o no la sincronización automática).	Uno en cada estación.	Ninguno.
¿Es necesario un entrenamiento especial de la tripulación que opere? (Establézcase el número de horas.)	No aplicable.	Sí. Dos semanas, o bien ochenta horas.	Sí. Dos semanas, o bien ochenta horas.	No aplicable.
¿Es necesaria la presencia continua del personal de vigilancia?	Debe contarse con un Radiomontador dispuesto para acudir.	No indispensable.	No indispensable.	No indispensable.

Cuadro núm. 2. (Continuación.)

CUESTIONES	RADIOFAKRO "Sol"	STANDARD LORAN	L. F. LORAN	RADIOGUFÍA L. F. OMNIDIRECCIONAL
Señale el número y tipo del personal necesario por cada ocho horas de guardia.	Uno para entretenimiento, puesta en marcha y cambio de elementos.	Un ingeniero de radio o un técnico de radio (mecánico de radio), dispuesto para caso de llamada.	Un ingeniero de radio o un técnico de radio (mecánico de radio) en caso de llamada.	Inspección de rutina, ocasional o diaria, por un técnico o ingeniero de radio (radio mecánico).
¿Es necesario un entrenamiento especial de personal de entretenimiento? (Establézcase el número de horas.)	Cuarenta horas de entrenamiento en la estación.	Sí. Cuatro semanas de "radar" básico, más dos semanas de especial (doscientas cuarenta horas).	Sí. Cuatro semanas de un curso general de "radar", más dos semanas de especialidades (doscientas cuarenta horas).	No.
¿Es necesario o útil un equipo especial para el entrenamiento de operadores?	No.	No.	No.	No.
<i>Equipo de avión.</i>				
¿Puede el piloto hacer funcionar el equipo? O si no, ¿qué miembro de la tripulación es el que lo hace?	Sí. Aunque mejor por otro miembro de la tripulación.	No. Normalmente, por el segundo miembro de la tripulación.	No. Normalmente, por el segundo miembro de la tripulación.	Sí.
¿Requiere entrenamiento el operador del equipo? (Señálese el número de horas.)	Sí. Una hora.	Sí. Diez horas.	Sí. Diez horas.	No.
¿Requiere el entretenimiento del equipo de avión un entrenamiento del personal a ello dedicado?	No.	Sí. Cuatro semanas de enseñanza básica y una semana de familiarización (o bien doscientas horas).	Sí. Cuatro semanas de enseñanza básica y una semana de familiarización (o bien doscientas horas).	No.
¿Requiere el piloto un entrenamiento especial para utilizar eficazmente el equipo? (Señálese el número de horas.)	No.	No puede utilizarlo.	No puede utilizarlo.	No.
<i>Experiencia del sistema.</i>				
¿Cuánto tiempo se calcula desde la terminación del trabajo de ingeniería hasta que el sistema deje de ser experimental y esté útil con fines de inspección, demostración y confrontación en vuelo?	No aplicable; ya está en uso.	No aplicable; ya está en uso.	No aplicable; ya está en uso.	Aproximadamente, un año.
¿Ha sido usado el equipo para operaciones rutinarias militares o civiles?	Sí. Ambos.	Sí. Ambos.	Sí. Sólo militarmente.	No.
Indíquese la magnitud en la cual se ha empleado el equipo.	Extensamente usado en Europa durante y después de la guerra, por período mayor de cinco años.	Durante la guerra, instalaciones en 30.000 aviones y 3.000 buques. Ahora, en empleo civil y militar. Ha sido usado durante cuatro años.	Uso en pequeñas unidades de la R. C. A. F. y de la U. S. A. A. F. durante ocho meses.	Aproximadamente, 1.000 demostraciones.
Más información relativa a emplazamiento, instalación, tripulación, mantenimiento o experiencia de uso.	La versión alemana empleada durante cinco años. La versión inglesa, seis meses. La versión Federal está en experimentación.			El equipo de transmisión y el trazado de la torre es igual al empleado en los Estados Unidos durante más de diez años. Diez estaciones están montándose en las áreas del Atlántico y del Pacífico.

he aquí cuáles son los factores que deben tomarse como base, ordenados por materias:

1.—*Suficiencia operativa.*

- 1.1. Precisión.
- 1.2. Recubrimiento o alcance. (Zona o línea, según sea más apropiado.)
- 1.3. Capacidad para indicar inmediata y positivamente el fallo o funcionamiento incorrecto.
- 1.4. Rapidez e interpretación para aplicar la información.
- 1.5. Sencillez y precisión para convertir la presentación de los informes y aplicarlos al vuelo.
- 1.6. Capacidad para hacer frente a otros requisitos operativos, además de los detallados en este párrafo.

2.—*Seguridad.*

- 2.1. Susceptibilidad de fallo parcial o completo.
- 2.2. Susceptibilidad de interferencia natural o humana.
- 2.3. Susceptibilidad de errores o desvanecimiento auditivo, debido a características de propagación o del terreno.
- 2.4. Susceptibilidad de error humano (en la lectura y en la interpretación).
- 2.5. Susceptibilidad de saturación.
- 2.6. Estabilidad de las rutas o caminos, marcados por el sistema.
- 2.7. Susceptibilidad de indicaciones ambiguas.

3. *Conveniencia operativa.*

- 3.1. Sencillez de manipulación del equipo aéreo.
- 3.2. Sencillez de manipulación del equipo de tierra.
- 3.3. Facilidad de entretenimiento del equipo aéreo.
- 3.4. Facilidad de entretenimiento del equipo de tierra.
- 3.5. Forma de presentación conveniente para el que lo va a emplear.
- 3.6. Ser adecuado para que el piloto lo emplee directamente.
- 3.7. Ser adecuado para emplearlo directamente con el piloto automático.
- 3.8. Libertad de dificultades de idiomas.

4.—*Adaptabilidad a los requisitos de control de tráfico aéreo.*

- 4.1. La mínima separación lateral y longitudinal que puede permitirse a los aviones con seguridad por el empleo de la ayuda.
- 4.2. La capacidad de la ayuda para localizar y guiar a los aviones con el fin de conseguir rápido ritmo de aterrizajes.
- 4.3. Facultad para ayudar a los aviones que sufran fallos durante el vuelo, o que estén sólo parcialmente equipados.

5.—*Versatilidad, adaptabilidad y potencialidad futura.*

- 5.1. Capacidad de evolución progresiva para hacer frente a las necesidades futuras.
- 5.2. Adaptabilidad para integrar cualquier sistema de comunicación o de ayudas de comunicación, presentes o propuestas.
- 5.3. Conveniencia para búsqueda y rescate de aviones.
- 5.4. Adaptabilidad para hacer frente a los requisitos básicos del tráfico en los grandes y pequeños centros, y capacidad para futuros aumentos.
- 5.5. Capacidad para proporcionar servicios auxiliares en el caso de que el servicio principal fallara.
- 5.6. Utilidad para dar aviso contra las colisiones y turbulencias atmosféricas peligrosas.
- 5.7. Utilidad y adaptabilidad para instalarlo en los aviones de todos los tipos.
- 5.8. Adaptabilidad para utilizarlo en bases de hidroaviones.

6.—*Consideraciones sobre la frecuencia.*

- 6.1. La anchura de banda necesaria y la posición en espectro.
- 6.2. Asignación total de espectro de frecuencia, necesario para utilidad extensa del sistema. (Se refiere a utilización mundial.)
- 6.3. Economía de uso del espectro en relación con el servicio prestado.
- 6.4. Flexibilidad de equipo necesaria, con relación al cambio de frecuencia.
- 6.5. Consecuencias de dicho cambio de frecuencias, sobre las características operativas.
- 6.6. Posibilidad de causar impedimentos a los otros servicios.

7.—*Emplazamiento.*

- 7.1. Requisitos técnicos de emplazamiento.

7.2. Requisitos administrativos de emplazamiento.

8.—*Posibilidad de adquisición.*

8.1. Cálculo de la fecha para la cual el sistema estará disponible en fábrica, para poder utilizarlo normalmente.

8.2. Fuentes de abastecimiento, equipos y extensión.

9.—*Coste.*

9.1. Equipo aéreo.

9.1. 1. Coste inicial de instalación.

9.1. 2. Coste operatorio.

9.1. 3. Coste de entretenimiento.

9.1. 4. Requisitos de peso, espacio y energía necesaria.

9.1. 5. Número, tamaño, localización y tipo de las antenas.

9.1. 6. Valor que debe suponerse a la capacidad para llevar a cabo funciones adicionales.

9.2.—*Equipo de tierra.*

9.2. 1. Coste inicial de instalación.

9.2. 2. Coste operatorio.

9.2. 3. Coste de sostenimiento.

9.2. 4. Coste de entrenamiento.

9.2. 5. Valor que debe suponerse a la capacidad para llevar a cabo funciones adicionales.

A la vista de este cuestionario aparece claramente que, si bien no sobra ninguna pregunta para conseguir un juicio certero, falta, en cambio, experiencia para contestar muchas de ellas. De los cuatro sistemas que entran en comparación, el radioguía omnidireccional L. F. está aún en período experimental; las pruebas hasta ahora realizadas en Indianópolis han demostrado grandes posibilidades para este sistema, pero se han realizado con potencia muy reducida; las estimaciones teóricas de los ingenieros le suponen un gran porvenir, pero por no haberse probado en servicio real, los aviadores no han podido aportar juicio concluyente. En los radiofaros "Sol", por otra parte, hay gran experiencia en servicio efectivo durante la pasada guerra, pero faltan conclusiones categóricas que hubieran podido aportar los técnicos alemanes. En la actualidad el número de radiofaros "Sol" en servicio (solamente cuatro) es demasiado reducido para establecer estadística de servicios.

Suecia aportó un comentario muy interesante sobre las observaciones del radiofaro "Sol", de Stavanger; a su vez, España hizo también un resumen de las actividades de los radiofaros de Lugo y Sevilla, mientras Inglaterra incluyó en las demostraciones prácticas al suyo, colocado en el norte de Irlanda; pero no se ha hecho aún una experiencia metódica con los cuatro a la vez.

En lo que atañe a los sistemas Loran, sucede algo por el estilo. El Standard Loran ha existido durante la guerra como protección de la ruta más septentrional del Atlántico. De su experiencia parece haberse deducido que es método costoso de entretenimiento, hasta el punto de que Inglaterra había anunciado el cierre de sus estaciones; que es método que produce interferencias en otros servicios; y, finalmente, que el recubrimiento es muy diferente de día y de noche. Con estos antecedentes parece obligado pronunciarse por una eliminación del sistema Standard. Pero con ánimo de corregir sus defectos se ha montado el sistema L. F. Loran. Este nuevo sistema no ha podido figurar en las demostraciones prácticas, en parte por haberlo considerado todavía como elemento militar, y en parte también porque las experiencias preliminares no se han desarrollado hasta el verano de 1946. De estas experiencias hubo abundantes relatos y conferencias, explicando la intervención del sistema en apoyo de los movimientos aéreos, para transporte de tropa y para acciones de ofensa y defensa, que se habían simulado en las maniobras militares al norte del Canadá, particularmente en la operación Musk-Osk, con miras a la defensa del Océano Artico. Falta, pues, también, una categórica demostración en servicio efectivo para el transporte regular.

A la vista de estas dificultades se intentó una clasificación partiendo de los requisitos mínimos operativos que debían exigirse a las ayudas de la navegación aérea para larga distancia. Al definir estos requisitos vuelve a aparecer otro motivo de incertidumbre. Se han dividido así, en el relato que sigue, en dos partes. Una se refiere a las condiciones idealmente exigibles, es decir, las características que, desde el punto de vista del usuario, conviene cumplir en el futuro; constituyen, pues, los requisitos operativos ideales, el programa para la investigación y trabajo de los ingenieros. La otra parte, más en la realidad del momento, constituye el objetivo inmediato, o sea aquello que

conviene cubrir en el menor tiempo posible, sometiendo los sistemas actuales a las mejoras necesarias. Aun con esta separación los objetivos inmediatos siguen siendo demasiado fuertes, y sólo se justifican (en cuanto a la gran precisión que exigen del sistema) por razones de economía en el vuelo, buscando que el control del tráfico reciba informes con tal precisión que evite demoras inútiles en el viaje. A continuación referimos cada una de las dos partes:

Parte primera: Requisitos operativos ideales.—(Se refiere a los requisitos deseables, aunque no puedan cumplirse inmediatamente. Sirven, pues, como programa para el progreso de las instalaciones hoy en uso.)

Un sistema completo de ayudas de navegación aérea para larga distancia debe presentar a la tripulación del avión, en una forma conveniente, toda la información que se especifica a continuación. La información que sea directamente aplicable para el gobierno del avión debe presentarse al piloto.

1.—El sistema debe:

1.1. Dar continua indicación útil para determinar la posición geográfica del avión por un método reconocido de intersecciones (o fix) relativamente al suelo.

1.2. Proveer al piloto de indicación continua visual que le permita seguir cualquier camino operativamente deseable.

2.—El sistema debe ser capaz de:

2.1. Uso en vuelo manual o automático (mecánico).

2.2. Satisfactoria operación, a despecho de perturbaciones atmosféricas o de propagación, así como libre de los efectos del terreno.

2.3. Integrarse en un sistema general propuesto (por ejemplo, con un sistema de navegación para cortas distancias) tal, que proporcione: Despegue automático. Vuelo manteniéndose en ruta con piloto automático. Informe automático de posición. Servicio automático para control del tráfico. Y, finalmente, aterrizaje automático.

3.—El sistema debe proporcionar:

3.1. Indicación inmediata y positiva, dentro del avión, de error o defecto de funcionamiento de cualquier parte del sistema.

3.2. Un equipo terrestre que: Mantenga automáticamente las marcaciones en la alineación

convenida. Cambie automática y radicalmente el carácter de sus indicaciones, en el caso en que aparezca una divergencia de las marcaciones respecto a la alineación convenida, por encima de la tolerancia particular de cada instalación. Suministre indicación inmediata y positiva, a la autoridad operativa en tierra, cuando surja error o defecto de funcionamiento.

4.—El sistema debe permitir que se use simultáneamente por un número ilimitado de aviones.

5.—Debe dotarse al avión de indicación de la altura absoluta sobre la superficie de la tierra.

6.—Los elementos del sistema, previstos de una parte para ayuda de la navegación y de otra para comunicaciones y enlace, deben ser capaces de operar simultáneamente.

Parte segunda: Objetivos inmediatos.—(Esta parte se refiere a lo que es deseable obtener en la actualidad, según el estado de los sistemas hoy en uso. Representa, pues, las limitaciones numéricas a los requisitos ideales, sobre la base de lo existente mejorado.)

I.—El sistema debe:

I. I.—Proporcionar recubrimiento, con indicaciones visuales o auditivas, hasta una distancia, como mínimo, de: 1.500 millas (2.500 kilómetros) sobre agua y 750 millas (1.200 kilómetros) sobre tierra.

I. II.—Tener una precisión tal que el error de posición con intersecciones no exceda de: 10 millas (16,5 kilómetros) a una distancia mayor de 1.000 millas (1.650 kilómetros), o bien el 10 por 100 de la distancia entre 1.000 y 500 millas (1.650 y 825 kilómetros), o bien cinco millas (8 kilómetros) a una distancia menor de 500 millas (825 kilómetros).

II.—La altura del avión sobre tierra o mar debe medirse en cualquier instante con un error que no exceda de:

II. I.—7,5 metros (25 pies), más 0,1 por 100 de la altura, para alturas desde 300 metros (1.000 pies) hasta 12.000 (40.000 pies); contando con que la estabilidad del sistema sobre un período, como mínimo, de dos horas, sea tal que las pequeñas diferencias en la altura deben medirse con un error que no exceda de tres metros (diez pies).

II. II.—El 2 por 100 de altura, o bien 0,6 metros (dos pies) como límite máximo de exactitud, para alturas menores de 300 metros (1.000 pies).

Cuadro núm. 3.—Fabricación y precios.

COMPARACION DE SISTEMAS DE NAVEGACION A LARGA DISTANCIA EN CUANTO A COSTOS

PREGUNTAS	C O N S O L .		STANDARD LORAN	L. F. LORAN	RADIOGÜIA OMNIDIRECCIONAL L. F.
	U. K.	U. S. A.			
Procedencia del equipo.	U. K.	U. S. A.	U. S. A.	U. S. A.	U. S. A.
Fecha en que el modelo estará completo y satisfactorio para ser fabricado.	Instalación de: = Tierra 1948. = Avión — Sirve cualquier MF/LF. Receptor actual.	Instalación de: = Tierra 1946. = Avión — Receptor actual.	Instalación de: = Tierra — Completo hoy. = Avión — Completo hoy.	Instalación de: = Tierra — 1946. = Avión — 1946.	Instalación de: = Tierra — 1947. = Avión — 1947.
Fecha en que habrá cantidad sustanciosa anual disponible para entregar.		= Tierra en 1947. (Producción en cualquier cantidad, según los pedidos presentados.)	= Tierra — 1947. = Avión — 1946.	= Tierra — 1947. = Avión — 1947.	= Tierra — 1948. (5 Estaciones). = Avión — 1948.
Fecha en que habrá cantidad sustanciosa anual instalada y disponible para uso operativo.	= Tierra 1952. (10 Estaciones). = Avión — Completa.	= Avión — Completa.			
Presupuesto estimado del equipo necesario para la instalación completa, valorada en la fábrica.			= Tierra — \$ 165.000 estación maestra y dos esclavas, incluyendo contraantena para cada una. = Avión — Menos de \$ 1.000.	= Tierra — \$ 300.000 estación maestra y dos esclavas, incluyendo contraantena por cada una. = Avión — Menos de \$ 1.000. Receptor dual, LF y Standard.	= Avión — \$ 1.000.
Cálculo de presupuesto de la estación completamente instalada en el país de origen.	= Tierra \$ 40.000 por Estación con contraantena.	= Tierra \$ 135.000 estación incluyendo contraantena.			= Tierra — \$ 130.000 por estación, incluyendo contraantena.
Factible para fabricación local.	Si.	Si.	Si.	Si.	Si.

III.—El equipo de avión debe imponer al avión el mínimo perjuicio de sus características operativas.

A la vista de estos requisitos operativos, particularmente los de objetivo inmediato, que no los cumple hoy completamente ninguno de los sistemas, la discusión toma un nuevo aspecto, consistente en averiguar cuál de los sistemas presenta mejores probabilidades de mejoramiento futuro. Este terreno, en el que sólo puede entrarse por consideraciones teóricas de ingeniería, corresponde a la discusión general hoy entablada entre los sistemas "radar" y los otros, entre los sistemas de impulso y navegación hiperbólica y los sistemas de onda continua y navegación por coordenadas polares. De este modo, la discusión particular de los sistemas de larga distancia pasó a ser una parte, o, mejor aún, un anticipo, de la discusión entre los sistemas de corta distancia, en los cuales el "radar" ha logrado éxitos más sustanciales. Se aparta ello del propósito de estas notas, pareciendo preferible reservarlo para cuando se hable de los sistemas de navegación a corta distancia, momento en que parece preferible comentar los diversos aspectos de la discusión entre los dos principios fundamentales. Por ahora baste decir que esa discusión general posiblemente perturbó otra más objetiva sobre las ayudas para larga distancia; y así, por ejemplo, aunque Inglaterra había manifestado en otros momentos franco interés por los radiofaros "Sol", se pronunció ahora más bien por los Loran; no en vano el presidente de la Delegación inglesa fué Sir Robert Watson-Watt, llamado en Inglaterra el padre del "radar" por sus magníficos trabajos, y principalmente por el logro del muy importante sistema "Gee", para navegación a corta distancia.

Adentrada la discusión en este terreno teórico de las posibilidades futuras, muchos de los países tenían poco que decir por falta de datos. La Delegación española estimó oportuno presentar una moción en otro sentido, y fué apoyada por países como Portugal, Argentina, Suecia y Nueva Zelanda. Tomada esta moción como base para nueva discusión, el resultado fué la aprobación de un programa de trabajo futuro, que la Conferencia Mundial de Radio y Radar ha elevado al Consejo Interino de PICAQ. Se copia a continuación.

1.—La Conferencia considera:

1.1. Que hoy en día ninguna ayuda individual está suficientemente probada para justifi-

car por sí sola su adopción universal como única ayuda para la navegación aérea a larga distancia.

1.2. Que el sistema L. F. Loran parece ofrecer al presente grandes promesas para cumplir los requisitos operativos.

2.—La Conferencia, en consecuencia, recomienda:

2.1. Que deben instalarse estaciones L. F. Loran para investigar recubrimientos en territorios críticos, dentro de regiones cuya prioridad se indica después, limitándose tales instalaciones a las indispensables para probar los requerimientos operativos sobre rutas internacionales en dichos territorios. Esos territorios críticos deben elegirse entre los que se espere tengan alto grado de interferencias atmosféricas y otros factores perjudiciales.

2.2. Que el mecanismo concerniente a la instalación de tales estaciones debe decidirse en la Comisión de PICAQ que más adelante se menciona, y los requisitos de detalle deben acordarse en correspondientes Conferencias Regionales.

2.3. Que Standar Loran, dado que hoy día cubre importante zona sobre mares, debe retenerse en cuanto sea necesario para servir a los requisitos del tráfico.

2.4. Que las demás ayudas existentes de navegación a larga distancia, principalmente radiofaro "Sol", deben retenerse, aumentarse y complementarse en cuanto sea necesario para cumplir requisitos del tráfico.

2.5. Que las ayudas antes referidas deben mantenerse en operación continuamente hasta que se adopte un sistema determinado para uso universal. Sujeto a decisiones de las Conferencias Regionales, deben mantenerse en operación al menos hasta 1955.

2.6. Que los desarrollos técnicos y el progreso de todas las ayudas de navegación a larga distancia debe proseguir diligentemente, procurando oportunidad para conseguir evidencia, operativa y técnica, que justifique la elección de un sistema determinado para uso universal.

2.7. Que PICAQ debe establecer una Comisión para guiar, vigilar y criticar los estudios operativos y técnicos a que se refiere el párrafo anterior, y tal Comisión debe estudiar el emplazamiento de las estaciones con vista a un recubrimiento mundial, coordinando los acuerdos de las Conferencias Regionales.

2. 8. Que los territorios a investigar se relacionan a continuación por orden de prioridad: Atlántico Norte, SE. de Asia, Africa Continental, Australasia, Océano Pacífico y Atlántico Sur.

3.—La Conferencia considera:

3. 1.—Que sobre la base de los conocimientos actuales, las fechas para iniciar la instalación de cadenas L. F. Loran pueden ser las siguientes: Enero de 1949 para el Atlántico Norte, enero de 1951 para los demás territorios.

4.—La Conferencia anota: Que el Gobierno de los Estados Unidos se propone acelerar un programa para instalar radioguías L. F. omnidireccionales de modo que puedan determinarse sus condiciones en servicio efectivo.

Este resultado de la Conferencia, falto de decisiones rotundas, puede parecer pobre si no se lee despacio. No ha habido, en efecto, un acuerdo concluyente, sin duda porque no ha lle-

gado todavía el momento de elegir un sistema universal. Pero se han encauzado las actividades inmediatas para evitar que en el futuro las divergencias de opinión fueran todavía mayores. Y lo que es más importante aún, se da ocasión amplia para probar todos los sistemas que hoy están en período de experimentación o con insuficiente extensión. Tal es el caso, por ejemplo, de los radiofaros "Sol", a los cuales se les asegura al menos de vida hasta el año 1955, período de tiempo en el cual es razonable esperar, o un progreso efectivo de otro nuevo sistema o un afianzamiento de alguno de los actuales. España tiene, pues, ocasión en estos años, no sólo de evitar nuevos gastos, sino también de participar, si lo desea, en el programa de pruebas que han de impulsar el progreso de las instalaciones. En orden a la navegación aérea de larga distancia, conserva, pues, una destacada situación y posibilidad de mejora trabajando. Después, Dios dirá.

