



LOS SISTEMAS DE NAVEGACION INSTRUMENTAL A CORTA DISTANCIA.

LUIS DE AZCARRAGA

En la *Revista de Aeronáutica* (mes de febrero) se examinaron comparativamente las características esenciales de las ayudas más importantes para la navegación aérea de larga distancia. Se hacía entonces, como prólogo general, un resumen de las causas y de los precedentes que motivaron la reunión de la Conferencia Mundial de Radio y Radar. Si uno de los puntos de discusión—acaso el de más trascendencia futura—fué en aquella Conferencia la elección con carácter universal de una ayuda para vuelos de larga distancia, otro punto importante de discusión—acaso el más empeñado—fué la posible elección de una ayuda para navegación instrumental a corta distancia.

Entrando de lleno en materia, el primer motivo de sorpresa puede ser esta subdivisión de campos de acción y el consiguiente escalonamiento de ayudas. No son, en efecto, muy aparentes las razones que aconsejan clasificar la navegación—desde el punto de vista de la red de ayudas terrestres—en larga y corta distancia. Al menos, conviene una explicación de cuál es la diferencia entre unos y otros.

Una razón podría ser la necesidad, o la exigencia, de un grado de precisión muy diferente. Un avión a larga distancia de su aeródromo de arribada, prevista la natural reserva de combustible en proporción al largo recorrido de su vuelo, podría no necesitar tanta precisión al determinar su posición, como en un vuelo a corta distancia. Igualmente, un avión empeñado en un

largo recorrido, sobre el mar o sobre tierra, puede ascender económicamente a una altura de crucero mayor que en un vuelo corto, y así, para su seguridad contra colisiones, podría no exigir tanta precisión como otro avión en vuelo de corta distancia. Podría ser ésta una razón; pero no aparece suficiente, pues el grado de precisión que la Conferencia estimó necesario para las ayudas de larga distancia, no es mucho mayor que para las de corta distancia.

La precisión que actualmente se estima como posible en las ayudas a corta distancia es el 5 por 100 de la distancia medida y 3° del azimut, tomando como desvío máximo tres millas. Los valores respectivos para las ayudas a larga distancia son el 1 por 100 de la distancia, aceptando hasta cinco millas para distancias pequeñas (véase *Revista de Aeronáutica* del mes de febrero). Si bien la tolerancia límite es mayor para larga distancia, en cambio, el error posible en proporción a la distancia se acepta mayor en la navegación de corta distancia, y esto encierra gran importancia cuando la ayuda terrestre pertenece al tipo de coordenadas polares. Se apoya tal exigencia para los vuelos a larga distancia, no en razones de seguridad tanto como en razones de economía; en definitiva, se pretende conseguir tal precisión que pueda reducirse el combustible en reserva y aumentar así la carga útil. Creemos que esta explicación no es del todo convincente; pero así se aceptó en la Conferencia.

Si la exigencia de precisión no es muy diferente, tampoco es bastante razón la posibilidad de alcances muy diferentes. Por el contrario, siempre que se cubra el total de la superficie volada, las ayudas de largo alcance podrían servir—y de hecho sirven hoy—lo mismo para vuelos largos que para vuelos cortos. Tal es el caso hoy de los radiofaros "Sol" o del Standar Loran, pese a la extensión superficial que en total cubren hoy, relativamente limitada por el reducido número de estaciones en servicio.

La verdadera razón de esa clasificación, a larga y corta distancia, hay que buscarla en el problema de la recalada, sobre todo en vuelo instrumental y en zonas de gran densidad de tráfico. Más que de vuelos largos y cortos, se trata de ayudas lejanas y próximas a la arribada. Esto supone que un vuelo de largo recorrido puede necesitar las dos redes de ayudas si el avión pretende llegar a un aeródromo que por su categoría o por su situación está en una zona que exige especiales condiciones en la recalada. En cambio, un avión en vuelo de mediano recorrido sobre una superficie con abundantes aeródromos o ayudas a corta distancia, puede ir de una en otra utilizando un solo tipo de ayudas; y análogamente, un avión en vuelo largo, arribando a una superficie de pequeña densidad de tráfico, puede no necesitar más sistema que el de larga distancia, limitando la ayuda de recalada en todo caso a solo el aeródromo de fin de etapa.

Aclarado así el alcance de la subdivisión de las redes, se centra también la discusión sobre los tipos de ayudas a elegir para universalización. En el problema general de recalada hay dos aspectos esenciales: uno es la estimación del tiempo de arribada al aeródromo donde se dirige el avión; el otro es la ordenación de la corriente de tráfico para evitar apelotonamientos sobre el aeródromo.

La estimación del tiempo de arribada es la última consecuencia de la navegación a estima; para resolverlo hay que conocer muy bien las condiciones reales de la navegación, velocidad efectiva, rumbo efectivo y deriva, lo que se obtiene por la determinación precisa de la posición de la aeronave en cualquier momento para comprobar la estimación previa. Determinar posiciones

en vuelo instrumental es, pues, el primer aspecto esencial.

Pero no basta con una correcta determinación del tiempo de arribada cuando se llega en vuelo instrumental a un aeródromo congestionado de tráfico. Para evitar riesgos de colisión y para ahorrar enojosos movimientos de espera, el mejor medio es escalonar las recaladas partiendo de los tiempos estimados para las llegadas. Y este escalonamiento aconseja que los aviones puedan seguir, en cualquier momento, cualquier ruta con guía bien segura. La identificación de caminos a seguir es, pues, el segundo aspecto.

Entran ahora en consideración los requerimientos funcionales para que estas ayudas de la navegación aérea a corta distancia cumplan el fin particular de la recalada. Los requerimientos no son difíciles de fijar si se piensa en la conveniencia ideal; pero son demasiado fuertes para alcanzarlos en un plazo breve. De aquí que parezca mejor dividirlos en dos partes: una, que comprende las exigencias a que debe llegarse, lo que en definitiva equivale a un programa de trabajo para la técnica; otra parte, que comprende el mínimo exigible de modo inmediato dentro de las posibilidades de las instalaciones que hoy están en uso o en terreno experimental.

La primera parte, o sean las exigencias funcionales a que debe aspirarse como criterio general, resulta más o menos como sigue:

a) *Carácter.*—La información debe proporcionarse en forma directamente aplicable para el manejo de la aeronave. Debe ser apta, en primer lugar, para el propio piloto, pero también para presentarse a otro miembro de la tripulación. Y debe ser de carácter universal, es decir, capaz de uso en toda la extensión mundial.

b) *Tipo.*—El sistema debe dar indicación continua y visual, de la distancia y del azimut, de la aeronave en relación con los puntos geográficos seleccionados dentro del recubrimiento del sistema, o también debe permitir, en cualquier tiempo, el determinar la posición de la aeronave por un método de intersecciones con relación al suelo. Debe, además, dar indicación visual, continua, que permita a la aeronave seguir

cualquier camino operativamente deseable, de modo que el vuelo se ajuste a una previa estimación de tiempo de arribada.

c) *Extensión*.—El sistema debe ser útil, tanto para vuelo automático como normal. Debe permitir la integración en un conjunto que ayude a realizar automática e instrumentalmente: el despegue, la navegación, las comprobaciones de posición, el control de tráfico y el aterrizaje. No debe limitar el uso de aeródromos y espacios aéreos. Debe estar libre de perturbaciones, de modo que sea práctico en cualquier condición atmosférica. No debe suponer detrimento a las características propias de la aeronave. Y debe permitir el uso simultáneo de la navegación con la instalación específica de comunicaciones.

d) *Fallos*.—El sistema debe dar al piloto del avión indicación inmediata y positiva del fallo o mal funcionamiento de cualquier elemento, sea del equipo terrestre, o sea del equipo a bordo del avión. Debe también permitir que si el equipo terrestre padece de momentáneo error, haya, a la vez, una indicación de ello para el control terrestre, y un cambio sustancial en el carácter de la información para el piloto, de modo que se comprenda fácilmente que se han rebasado las tolerancias naturales del sistema.

La *segunda parte*, o sea el conjunto de exigencias mínimas que pueden pedirse como objetivo inmediato, en el estado actual de la técnica, fué fijado por la Conferencia de Radio y Radar (véase OPACI, COT Draft/77, 22-11-1946) en la forma siguiente:

I. La precisión operativa del sistema debe ser tal, que el piloto de un avión pueda, en condiciones normales, cumplir la estima del tiempo de arribada, con error de treinta segundos en más o menos, supuesta hecha la estimación a 80 kilómetros (50 millas) del lugar de arribada.

II. Los errores en coordenadas polares, para las determinaciones de posición, deben ser menores del 5 por 100 de la distancia en más o menos, y tres grados de azimut en más o menos. Se tomarán como límites máximos de error: 400 metros (1/4 de milla) en las proximidades del aeródromo donde se intenta el aterrizaje, supuesto que se esté dentro del control de recalada; o 5 kilómetros (3 millas) en los demás casos.

III. Los errores permitidos en coordenadas geográficas, o por intersecciones, con relación al suelo, deben ser análogos a los anteriores, y en ningún caso, superiores a 5 kilómetros (3 millas).

IV. Los errores se entienden como la suma de las imprecisiones causadas por el equipo de tierra y por el equipo de a bordo, hasta la presentación final para los tripulantes. Tales grados de precisión, sobre la base de la ley de Gauss, deben ser satisfechos por el 95 por 100 de las observaciones.

No hay, por el momento, ningún sistema de fácil adquisición que cumpla, no ya los requerimientos ideales, sino tan siquiera las mínimas exigencias. Sin embargo, alguno de los sistemas actuales deja esperar que con perfeccionamientos hoy en curso de ejecución, entrarán, al menos, en las condiciones mínimas. Y sobre ellos se ha hecho el estudio comparativo.

En las demostraciones previas se incluyeron todos los sistemas hoy en uso, y algunos otros todavía en plan experimental. Las demostraciones en Inglaterra presentaron, principalmente, material inglés, deducido del que se usó en la guerra, y se concretaron especialmente al sistema "Gee" y al sistema "Eureka-Rebecca". Las demostraciones celebradas en los Estados Unidos, y más concretamente en Indianópolis, presentaron material construido por la Civil Aeronautic Administration, juntamente con otro deducido del que usaron durante la guerra las Fuerzas aéreas del Ejército y de la Marina; de modo particular apoyaron las demostraciones del radio-guía direccional de muy alta frecuencia. Finalmente, otras demostraciones habidas en Otawa mostraron algún material australiano, y principalmente una derivación, o mejor, una nueva aplicación del sistema "Gee".

Aunque no suponemos agotados—mucho menos para España— los antiguos sistemas de radiogoniometría, radiofaros no direccionales y radio-guías de frecuencia media, no incluimos aquí cuadros comparativos de detalle para esos sistemas. En realidad, son ya bien conocidos por los años que llevan de uso, y no parece necesario insistir sobre ellos en una comparación de detalle. Por otro lado, a no ser una red de radiogoniometría en alta frecuencia, con indicadores

visuales de la dirección y del sentido, debe estimarse que esos sistemas antiguos no alcanzan, en su estado actual, las exigencias mínimas que la Conferencia estimó necesarias desde el punto de vista operativo; su capacidad de progreso es también muy limitada. No obstante, y aunque no los estimemos como fundamentales en este comentario, deben considerarse todavía esos sistemas como insustituibles por algunos años en la mayor parte de los países; y como complementarios, por un plazo todavía más largo, prácticamente para todos los países, y más aún para ciertas zonas de la superficie terráquea.

El sistema de radiofaros no direccionales, con el complemento de radio-compás a bordo de la aeronave, constituye todavía hoy un sistema excelente y muy económico para asegurar el vuelo y para dar confianza al piloto. Ciertamente que el grado de precisión para situar un avión sobre la carta, en vuelo instrumental, no es ni con mucho el que piden los requerimientos mínimos operativos, pensando en una zona de gran densidad de tráfico. Estos radiofaros, que resuelven perfectamente la recalada individual de una aeronave, presentan, sin embargo, algunas dificultades para canalizar una densa corriente de tráfico cuando en la recalada coincide un número elevado de aviones. Para el caso concreto de España sigue siendo todavía un método bueno; barato, porque las instalaciones de tierra son sencillas, fáciles de cuidar y no exigen atención constante del personal, y también, porque los equipos de a bordo del avión son relativamente muy simples. Además, y puesto que el piloto obtiene la información por sí mismo y en el tablero de instrumentos de su cabina, este método de navegación le da una gran confianza. El tráfico aéreo en los Estados Unidos, tanto militar como comercial y privado, fué, y en parte sigue siendo, partidario de este sistema.

Junto a él, el sistema de radiogoniometría en tierra presenta también ciertas virtudes. Considerando el equipo del avión, es, sin duda, el sistema más sencillo y barato, puesto que no exige ningún equipo especial, ni exige tampoco cartografía especial, ni ninguna clase de interpretación por parte del piloto. En cambio, este sistema es en tierra más complicado que el de radiofaros,

por las características propias del radiogoniómetro y de su entretenimiento, y porque exige personal especialista. Además, y a diferencia de los radiofaros, los datos para determinar la posición de la aeronave son obtenidos en tierra y trasladados al piloto, con lo que éste puede sufrir las consecuencias de un error en el operador terrestre. Con todo, el inconveniente mayor de los radiogoniómetros normalmente usados hasta ahora está en la posibilidad de errores, que nacen del terreno, de las características de propagación y de la situación atmosférica, junto a muy irregulares alcances, según el emplazamiento y las perturbaciones. Este inconveniente, y también en parte el de los errores operativos del personal terrestre, quedan dulcificados con los radiogoniómetros de alta frecuencia (con indicadores visuales) del tipo Adcock. Con ellos puede montarse una red útil para que las Centrales de Navegación puedan apoyar a toda clase de aviones, incluso los más sencillos de turismo, y particularmente aquellos cuyas tripulaciones no poseen medios o conocimientos para una navegación de carácter superior. Reconociéndolo así, la propia Organización Internacional de Aviación Civil recomienda que, aun contando con otros sistemas de navegación, sigan en servicio los radiogoniómetros como ayuda para los aviones en caso de emergencia, y para complemento de las Centrales de Navegación.

A los radiogoniómetros les sucede para la recalada algo de lo dicho para los radiofaros. Ayudan perfectamente a un avión en recalada sobre un aeródromo; incluso con ventaja sobre el radiofaro, el radiogoniómetro puede intervenir eficazmente cuando la tripulación no es experta en recaladas con vuelo instrumental. Pero es sistema que se satura relativamente fácil, y no se presta a recaladas simultáneas de varios aviones en zonas de gran densidad de tráfico. Para el caso concreto de España, la radiogoniometría en red terrestre sigue siendo un método muy útil, particularmente con la paulatina sustitución de los radiogoniómetros antiguos por otros Adcock de onda media y de onda corta. Este método fué de antiguo favorecido por la técnica inglesa, que no abandona hoy la mejora de los equipos.

Finalmente, entre los sistemas antiguos y por ello bien conocidos, existe el de radio-guías, es decir, radiofaros, que en lugar de permitir la misma información en todos los rumbos, emiten haces de fácil interpretación y orientados en rumbos concretos. Este sistema es, en cierto modo, una derivación del de radiofaros; pero aplicado a rutas aéreas bien definidas, formando en el cielo caminos aéreos. De origen norteamericano, reúne muchas de las ventajas de los radiofaros en cuanto al equipo de a bordo, ya que una simple estación de comunicaciones puede ser suficiente. Pero el empleo extenso de este método exige en

cierta densidad de tráfico. En el aeropuerto de Barajas, por ejemplo, donde está instalado, resuelve el problema. Pero, evidentemente, tampoco este sistema cubre la totalidad de las exigencias operativas que se fijaron en la Conferencia de Radio y Radar.

Por esa limitación de los tres sistemas, respecto a los requerimientos operativos del futuro, no los incluimos en los cuadros comparativos de detalle. Tampoco hemos incluido—y esto por no complicar la atención— aquellos sistemas que son demasiados nuevos, tan nuevos, que aún están en terreno de investigación, o a lo sumo ex-



Operadores de una estación GCA. En primer término el indicador de distancia; en segundo el de azimut, y el tercero el que transmite las indicaciones al avión.

tierra muchas instalaciones, ya que el alcance es limitado. Parece mejor reservarlo como complemento para recaladas, sea sobre el sistema de radiofaros, o sobre el de radiogoniómetros; el radio-guía, una vez efectuada la navegación por cualquier otro medio, ayuda muy eficazmente en la recalada, de modo que los radio-guías podrían limitarse en su empleo a ciertos aeródromos. En este caso, la recalada tiene también un punto concreto de espera si al radio-guía se une una baliza vertical, por ejemplo, el sistema de cono de silencio; así es útil no sólo para recaladas individuales, sino también para simultáneas, en zonas de

peramental, y que sólo pueden tenerse en cuenta como esperanzas del futuro.

Concretamente, los cuadros incluyen al radio-guía direccional de muy alta frecuencia (que pertenece al tipo de onda continua) con su complemento de medidor de distancias, y a los sistemas del tipo de impulso conocidos por "G.c" normal, "Gee" de base corta, radio-guía múltiple, "radar" aéreo y variante de impulsos del radio-guía direccional norteamericano primeramente citado. Como se ve, en este caso (aún más que en las ayudas de navegación a larga distancia) hay verdadera abundancia de equipos "radar" frente a los de onda continua.

Sin embargo, la discusión quedó casi limitada al sistema "Gee", por un lado, y al radio-guía direccional norteamericano, por el otro.

En un breve resumen de los sistemas citados, justificando la brevedad por los detalles que proporcionan los cuadros que se adjuntan, cabe decir lo que sigue:

El radio-guía direccional norteamericano de muy alta frecuencia, es una consecuencia directa de la tendencia norteamericana en el uso de radiofaros y radio-guías. Para un piloto acostumbrado al radio-guía, éste presenta la gran ventaja de marcarle una senda que puede seguir muy fácilmente; tiene, en cambio, la desventaja de que los radio-guías antiguos sólo daban un número muy reducido de rayos dirigidos, a diferencia de los radiofaros no direccionales, que eran igualmente útiles en todos los rumbos del horizonte. Uniendo las dos condiciones, surge la idea del radiofaro que marque rayos perfectamente indistinguibles por separado; o lo que es lo mismo, el radio-guía con número de rayos teóricamente infinito. Así es el radio-guía direccional norteamericano de muy alta frecuencia (v. h. f. omnidireccional range). La instalación no es muy complicada en tierra,



Antena portátil de "radar" utilizada por la Marina norteamericana.

y no necesita personal especialista constantemente presente. Precisa, desde luego, equipo especial a bordo del avión, pero su manejo e interpretación no presenta dificultad.

Con este radio-guía, el piloto de la aeronave no solamente tiene—con mayor exactitud que en el radiocompás—una marcación de la aeronave respecto al lugar del radio-guía, sino que también puede efectuar la recalada sobre dicho radio-guía (cuando se halla en las proximidades del aeródromo) entrando por el rumbo que desee. Respecto a las ayudas de navegación a larga distancia, el "omni-range" puede en cierto modo compararse al radiofaro tipo "Sol".

Segunda etapa en la evolución del radio-guía será el tipo de impulsos, dentro del sistema general ya mencionado como funcionamiento. Por otro lado, complemento del radio-guía es el equipo medidor de distancias (D. M. E., "distance measuring equipment"), que permite al piloto obtener un dato preciso de la distancia al radio-guía; de este modo está resuelto el problema de posición con una sola instalación terrestre; trabajando el conjunto en la familia de coordenadas polares.

En cierto modo, un sistema semejante a la combinación de radio-guía y medidor de distancias, lo encontramos también en el "Eureka-Rebecca", que permite al piloto orientarse y medir la distancia. Este sistema pertenece al tipo "radar" (de trabajo por impulsos) y fué visto en las demostraciones inglesas. Se ha usado durante la guerra, y en el orden militar presenta grandes ventajas, porque la instalación terrestre es muy simple. El sistema pertenece al tipo "radar" de respuesta; es decir, que la estación del avión emite un haz de impulsos, que al encontrar en tierra una instalación adecuada, hace reaccionar a ésta, que responde y emite otro haz de impulsos recibidos por el avión. El resultado es que a la vista del navegante (no del piloto, por el tamaño del tubo receptor) aparece una indicación clara de la distancia al objeto y una información de si el avión se dirige hacia la derecha o hacia la izquierda de la línea que le une con la instalación en tierra. Como apoyo para localizar una unidad de desembarco aéreo o cualquier otro objetivo terrestre, este sistema es muy útil;

pero ni su alcance es tan grande como fuera necesario, ni su precisión cumple los requisitos operativos marcados en la Conferencia. Además, la instalación a bordo es relativamente compleja.

En los cuadros de detalle que se mencionan aquí, figura también un sistema con el nombre genérico de "radar" aéreo. Comprende este nombre aquellas instalaciones a bordo de la aeronave que dentro del tipo "radar" de eco permiten alguna identificación del terreno sobre el que se vuela. Método muy sugestivo, no debe, sin embargo, calificarse hoy sino en terreno experimental. Y aunque es de esperar que el progreso técnico le haga, en plazos relativamente cortos, aprovechable para diversos usos, hoy queda reducido a un equipo auxiliar, principalmente para advertencia de colisiones y para localización de nubes de carácter tormentoso. Por esto no nos ocupamos de él con mayor extensión.

Por camino diferente a los anteriores trabajan los sistemas derivados de la navegación hiperbólica, de los cuales el primero y más logrado es el "Gee" inglés. Comparándolo con las ayudas de navegación a larga distancia, el "Gee" es muy semejante y puede considerarse como una prolongación del "Loran", sin que con ello se signifique ninguna clase de prelación para uno u otro, pues realmente nacieron por caminos independientes y más o menos en el mismo tiempo.

El sistema "Gee" consiste en la emisión de un tren de impulsos sincronizadamente por una estación directora y tres o cuatro subordinadas. La directora, con cada una de las subordinadas, forma una familia de hipérbolas, lugares geométricos de las posiciones en que el avión recibe a la vez la información sincronizada de las dos estaciones que forman la familia de hipérbolas. Por intersección de dos familias de hipérbolas se obtienen puntos concretos de posición. El sistema necesita instalaciones relativamente complicadas en tierra, y también equipos especiales a bordo de la aeronave, que deben ser manejados por un navegante. Sin embargo, presenta las ventajas de una gran precisión y de un recubrimiento relativamente grande en relación con los otros sistemas; el mapa de navegación hiperbólica tiene que ser especialmen-



Otro modelo de antena, esta vez GCA, de forma parabólica.

te dibujado; pero con él es fácil, no sólo la identificación de objetivos, y entre ellos el aeródromo de recalada, sino también la elección del camino más conveniente para ejecutar esta recalada en las condiciones que marque el control de tráfico.

Variante del sistema "Gee" normal es, por ejemplo, el "Gee" de base corta, que consiste en que, aproximando mucho la estación directora a la estación auxiliar, la familia de hipérbolas se convierte prácticamente en una de rectas concurrentes, con lo que el resultado se parece al del radioguía direccional norteamericano. No es necesario entrar en mayores detalles de esta variante, pues por ahora sólo tiene carácter experimental.

La técnica inglesa es, desde luego, muy afecta al sistema "Gee". Pero ello no impide que busquen también soluciones por otros caminos. La industria inglesa se preocupa hoy de mejorar el rendimiento de los radiogoniómetros utilizando frecuencias muy altas (v. h. f. ground D/F), para uso, no solamente de la navegación en general, sino también en particular para las torres de gobierno de los aeródromos. Otro sistema también hoy en desarrollo es el conocido por Decca, que pertenece también a la navegación hiperbólica, pero trabajando con onda continua en lugar de con



Tripulante de un avión manejando el altímetro "radar".

impulsos como el "radar". No es necesario por ahora extender más el comentario sobre estos sistemas. En definitiva, y en el momento actual de la técnica, la discusión gira entre el "Gee" y el radio-guía direccional norteamericano.

En las líneas que anteceden y en los cuadros que siguen pueden encontrarse algunos elementos de juicio en pro y en contra de los dos sistemas citados. La discusión, sin embargo, reviste facetas muy diversas que merecen un comentario aparte y extenso. De momento nos limitamos a exponer en el cuadro número 1 las características técnicas de los sistemas que se han comparado; características técnicas que incluyen desde la modalidad de trabajo hasta los rendimientos de servicio. En el cuadro número 2 figuran las características de tipo operativo, es decir, lo que interesa en

el aspecto administrativo, desde el terreno y edificios necesarios, hasta el grado de preparación del personal. Finalmente, en el cuadro número 3 figuran las condiciones de posible adquisición, comprendiendo precios, plazos de entrega y Empresas que a ello se dedican. Falta una verdadera comparación de tipo económico, que es muy difícil llevar en la extensión que sería necesario; pero un indicio de este aspecto puede deducirse mezclando los cuadros 2 y 3.

Con estos cuadros como base, quien lo desee puede interpretar las ventajas que a cada sistema corresponden y formular así un punto de vista propio. Como ya hemos dicho, la consecuencia, no fué fácil en la Conferencia Mundial de Radio y Radar, y dejamos para otra ocasión el propósito de desarrollar con mayor extensión los razonamientos que allí jugaron. Baste, por ahora, copiar a continuación el acuerdo a que se llegó, y que dice así:

"1. La Conferencia considera que actualmente ninguna ayuda se ha probado suficientemente para justificar la adopción universal como única ayuda para la navegación a corta distancia.

2. La Conferencia reconoce, sin embargo, que es deseable obtener en la fecha más próxima posible un cierto grado de uniformidad a lo largo de las rutas internacionales más importantes.

3. La Conferencia, en consecuencia, recomienda:

3. 1. Que sobre rutas troncales internacionales, donde se requieran ayudas de navegación a corta distancia, deben instalarse, tan pronto sea posible, radio-guías direccionales (v. h. f. omni-ranges) del tipo de comparación de fase CV.; y que deben mantenerse en operación, al menos hasta el 1 de enero de 1955.

(Esto equivale, en realidad, a la obligación de que todo aeropuerto internacional, en lo que respecta a España, y particularmente los de tipo transoceánico y alternativo, deben estar dotados de este tipo de radio-guía. El de Barajas está adquirido y en espera de entrega para su instalación.)

3. 2. Que debe proseguir diligentemente el desarrollo y mejora de ese sistema y de todas las demás ayudas de navegación

a corta distancia, con referencia particular a los requisitos de aquellas superficies donde haya gran densidad de tráfico; y que debe aprovecharse toda oportunidad para obtener experiencia real operativa en larga escala con tales sistemas.

3. 3. Que PICAQ debe formar una Comisión especial para guiar, observar y analizar, en su caso, las experiencias operativas del párrafo anterior.

3. 4. (Menciona los requisitos y características operativas del radio-guía y del medidor de distancia. Pero es preferible no hacer aquí su mención detallada, sino reservarlo para cuando estudiemos con mayor detalle la discusión entre el radio-guía y el sistema "Gee".)

3. 5. Que todos los países representados en PICAQ deben intercambiar, tan pronto sea posible, especificaciones detalladas de los medidores de distancias.

(Estas primeras recomendaciones de la Conferencia equivalen a un cierto triunfo de la tesis norteamericana del radio-guía, frente a la tesis inglesa de la navegación hiperbólica.)

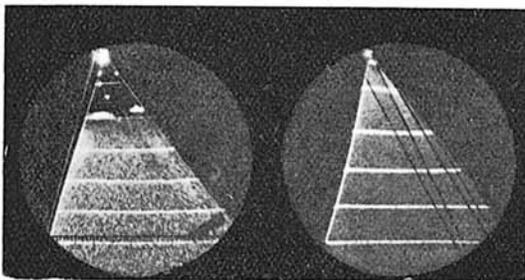
4. En consideración al medidor de distancias (D. M. E.), la Conferencia, teniendo en cuenta los méritos relativos de los equipos en 200 Mc/s. y 1.000 Mc/s., deduce las siguientes conclusiones:

4. 1. La producción del equipo de 1.000 Mc/s. puede suponer para todos los países, excepto Estados Unidos, mayores dificultades y retrasos que la producción del equipo de 200 Mc/s., del cual se considera adecuado el número de canales que en el presente puede ofrecer.

4. 2. Que el uso extensivo del equipo de 200 Mc/s. parece preferible al del equipo de 1.000 Mc/s. en el estado actual de ambos. Sin embargo, se espera que la técnica y los equipos futuros de 1.000 Mc/s. se pondrán a la par que los de 200 Mc/s.

4. 3. Que no hay dificultad seria para universalizar los rasgos técnicos generales en la construcción de medidores de distancia, o elegir un tipo en particular.

4. 4. Que no hay una gran diferencia de elección, ni técnica ni operativamente, entre los dos sistemas en consideración, salvo que la mayor experiencia operativa del



Pantallas GCA de azimut. La de la derecha capta el avión a una distancia de 16 kilómetros; la de la izquierda, de aproximación, recibe la imagen cuando el avión está a menos de cinco kilómetros.

equipo de 200 Mc/s. proporciona superior garantía actual.

(En este detalle, en cambio, la industria inglesa, partidaria del equipo de 200 Mc/s., logró un cierto triunfo sobre la industria norteamericana, que apoyaba preferentemente al 1.000 Mc/s.)

5. La Conferencia, teniendo en cuenta la especificación de frecuencias de trabajo para el equipo total, concluye:

5. 1. Que el radio-guía CW direccional requiere el uso de la banda de 112 a 118 Mc/s.

5. 2. Que el medidor de distancias requiere el uso de una banda de 40 Mc/s. de anchura, localizada aproximadamente en el margen entre 200 y 300 Mc/s.

5. 3. Que es necesario reservar y designar frecuencia apropiada para el uso continuo del sistema "Gee" y del radio-guía múltiple ("multitrack pulse range").

6. Los Estados Unidos hacen constar que, a su juicio, la banda de frecuencia en la región de los 1.000 Mc/s. será más satisfactoria que la banda entre 200 y 300 Mc/s., y, en consecuencia, establecen que los Estados Unidos no concuerdan con la recomendación de la mayoría de la Conferencia respecto al medidor de distancias."

Este último punto equivale a una reserva categórica de los Estados Unidos. Sin entrar ahora en consideraciones de orden técnico de detalle, pues queda, como hemos dicho, para la próxima ocasión, es de hacer notar que en esta postura ningún otro país siguió a los Estados Unidos, probablemente por falta de una experiencia cierta para juzgar con garantía de acierto.)

CUADRO NUM. 1
SISTEMAS DE NAVEGACION A CORTA DISTANCIA
Características técnicas.

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
1.—Empresa que fabrica y/o de desarrollo.	(a) Mk II A. C. (b) Mk III Cossor/TRE.	(a) CAA. (b) RAE.	(a) Federal Hazeline N. R. C. (canadiense). (c) Murphy/TRE Rebecca Mk II. (d) La Gramophon Co. Cossor/TRE (Rebecca Mk IV y unidad de medida).	C. S. I. R. (australiana).	Cossor/TRE. (a) Empleada con Gee Mk II. (b) Empleada con Gee Mk III.
2.—Banda de frecuencia operativa.	(a) 20-85 Mc/s. (b) 20-85 Mc/s. Se proponen 60-85 Mc/s para uso civil.	(a) 112-118 Mc/s. (b) 112-118 Mc/s.	(a) 960-1 215 Mc/s. (b) 960-1.215 Mc/s. (c) 216-231 Mc/s. (d) 175-234 Mc/s. (e) 200-235 Mc/s.	200-235 Mc/s.	(a) y (b) 20-85 Mc/s.
2.2.—Separación mínima entre canales de frecuencia.	(a) 3 Mc/s. (b) 2 Mc/s.	(a) 200 Mc/s. (b) 200 Mc/s.	(a) 2.5 Mc/s (propuesto). (b) 17 Mc/s (propuesto) (c) 5 Mc/s (propuesto) (d) 2 Mc/s. (e) 5 Mc/s.	3 Mc/s.	(a) 3 Mc/s. (b) 2 Mc/s.
2.3.—Número de canales que funcionan por cada canal de frecuencia.	(a) 1. (b) 3, por ritmo de pulsación.	(a) 1. (b) 1.	(a) 1. (b) 3, por separación de pulsación (propuesta 4). (c) 1. (d) 1. <i>Nota.</i> —Pueden conseguirse canales adicionales en cualquier frecuencia, por relación de distancia, para cualquiera de los sistemas anteriores, estando determinado el número real por las condiciones operatorias.	6.	(a) 1. (b) 3, por ritmo de pulsación.
2.4.—Número total de canales de operación que se proporcionan.	(a) 15. (b) 12, en equipo de avión. Tierra, cuatro canales por ahora.	(a) 30. (b) 30.	(a) 46 (propuestos). (b) 46 (48 propuestos). (c) 3. (d) 30. (e) 30. Véase también nota anterior.	6.	(a) 15. (b) 12, en equipo de avión. Tierra, cuatro canales por ahora.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
2.5.—Separación geográfica mínima entre los sistemas de tierra sobre el mismo canal (basado en una altura de vuelo de 9.000 metros).	(a) 500 millas. (b) 500 millas.	(a) 500 millas. (b) 500 millas.	(a) a (c) 500 millas. <i>Nota.</i> —Puede conseguirse mayor proximidad por relación de distancia.	500 millas.	(a) 500 millas. (b) 500 millas.
3.— <i>Modulación.</i>					
3.1.—Tipo.	(a) y (b) Pulsación.	(a) y (b) C. W. A. M.	(a) a (c) Pulsación.	Pulsación.	Pulsación.
3.2.—Método de identificación (independiente de la frecuencia del canal).	(a) y (b) Pulsación ondulatoria.	(a) y (b) Voz o M. C. W.	(a), (b) y (c) Luz de destellos. (d) Código para anchura, forma o intervalo de los impulsos. (e) Lo anterior, más luz de destellos.	Luz de destellos.	(a) Pulsación oscilatoria.
4.— <i>Presentación.</i>					
4.1.—Información presentada.	(a) Fix. (b) Fix o cuadrícula de líneas de ruta.	(a) Ruta radial y azimut.	(a), (b) y (c) Distancia. (d) y (e) Distancia y rumbo.	Ruta radial sobre la distancia en que se opera.	Ruta radial sobre la distancia en que se opera.
4.2.—Coordenadas.	(a) y (b) Hiperbólicos.	(a) y (b) Grados de azimut.	(a) a (e) Distancia en millas.	Número de ruta.	Número de ruta.
4.3.—Origen de las coordenadas.	(a) y (b) Tres estaciones de tierra fijas.	(a) y (b) Estación de tierra.	(a) a (c) Estaciones de tierra.	Punto medio de la línea de base, entre dos estaciones de tierra.	Punto medio de la línea de base, entre dos estaciones de tierra.
4.4.—Modo de presentación.	(a) C. R. T. (b) C. R. T. y contador.	(a) y (b) Contador.	(a), (b) y (c) Contador. (d) C. R. T. (e) C. R. T. y contador.	Contador.	(a) C. R. T. (b) C. R. T. y contador
4.5.—Información presentada, ¿a quién?	(a) Navegante. (b) Navegante y/o piloto.	(a) y (b) Piloto.	(a), (b) y (c) Piloto. (d) Navegante. (e) Navegante y/o piloto.	Piloto.	(a) Navegante. (b) Navegante y/o piloto.
4.6.—¿Puede ser continua la presentación de información?	(a) No. (b) Para C. R. T., no; para contador, sí.	(a) Sí. (b) Sí.	(a) a (e) Sí.	Sí.	Sí.
4.7.—¿Puede aplicarse la información directamente al mando del avión?	(a) No. (b) Sí, a lo largo de rutas de enrejado, cuando se emplea indicador de piloto.	(a) Sí, a lo largo de las líneas radiales. (b) Sí, a lo largo de las líneas radiales.	(a) a (c) Sí, a lo largo de la ruta circular (con contador de órbita).	Sí, a lo largo de la ruta radial.	(a) No. (b) Sí, a lo largo de la ruta radial, cuando el piloto usa el indicador.
4.8.—Tiempo para tomar una lectura.	(a) 30 segundos. (b) 15 segundos.	(a) Instantánea. (b) Instantánea.	(a) a (c) Instantánea.	Instantánea.	(a) Instantánea. (b) Instantánea.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUÍA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUÍA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
5.—¿Es el sistema conveniente para vuelo automático?	(a) No. (b) Sí.	(a) Sí. (b) Sí.	(a) Sí. (b) Sí. (c) Sí. (d) No, a no ser que se emplee contador de órbita. (e) Sí.	Sí.	(a) No. (b) Sí.
6.—¿Es adaptable el sistema a la información automática de posición?	(a) Sí. (b) Sí (empleando Gee-R)	(a) Sí. (b) Sí.	(a) Sí. (b) Sí. (c) Sí. (d) No. (e) Sí.	Sí.	(a) Sí. (b) Sí (usando R-Gee).
7.—Alcance.	(a) y (b) Línea de horizonte en tierra, más 50 millas. Línea de horizonte de mar, más 100 millas (a 85 Mc/s)	(a) Línea de horizonte. (b) Línea de horizonte.	(a) a (e) Línea de horizonte.	Línea de horizonte.	(a) y (b) Línea de horizonte de tierra, más 35 m. línea de colinuación de mar, más 80 millas (a 85 Mc/s.).
8.—Exactitud. (Las Inexactitudes serán la suma de todos los errores originados, tanto por el equipo de tierra como por el de aire, hasta el momento de la presentación final. La cifra citada para puntos de observación (fix.) será una que está satisfecha por el 95 por 100 de dichas observaciones. La cifra citada para los sistemas que emplean indicaciones continuas será la mayor variación que sea probable encontrar bajo condiciones operacionales. En estas cifras no se incluyen los errores de los pilotos durante el vuelo.)	(a) Error transversal $\pm 1/30^\circ + (1/2)$ milla. Error radial $\pm 1/2$ millas, las dos medidas a 100 m. de la estación m. a. e. s. r. a. empleando una cadena de cuatro estaciones que abarquen 360° de recubrimiento y 60 millas de base. Los errores incluyen todos los errores de situación, instrumentales y operacionales. Evidencia, experimental insuficiente. Los resultados no serán peores que para Gee Mark II. (b) Basado en las pruebas que se han efectuado en Indianópolis y en Philipsburg. Basado en las pruebas efectuadas en R. A. F. Famborough.	(a) $\pm 2^\circ$. (b) $\pm 2^\circ$. Basado sobre 360° de recubrimiento. Los errores incluyen todos los errores de posición, instrumentales y operacionales. (a) Basado en las pruebas que se han efectuado en Indianópolis y en Philipsburg. (b) Basado en las pruebas efectuadas en R. A. F. Famborough.	(a) a (e) ± 2 por 100 a ± 5 por 100 $\pm 1/5$ de milla, tomando el mayor valor, basada sobre los cálculos de ingenieros.	$\pm 1^\circ$ a 100 millas. $\pm 0.25^\circ$ a 10 millas (50 por 100 de observaciones de lugar dentro de $\pm 30^\circ$ de la línea central del sistema), empleando una línea base de nueve millas.	Las cifras experimentales no son utilizables. El cálculo siguiente se basa en el horario y en la exactitud de Gee, y aplicado a un indicador CRT. (a) y (b) $\pm 1^\circ$ por 4 1/2 millas de separación de estaciones. Para el 95 por 100 de las observaciones de lugar, calculadas sobre el área de cobertura del sistema.
9.—Forma de recubrimiento.	(a) y (b) Circular (con 4 estaciones en tierra).	(a) y (b) Circular (con una estación).	(a) a (e) Circular (con una estación).	300° de recubrimiento (sectores muertos de 30° sobre los extremos de la línea de base).	300° de recubrimiento (sectores muertos de 30° sobre los extremos de la línea de base).
10.—Seriadumbre de emplazamiento. ¿Necesita la instalación de tierra un emplazamiento especial? (Lista de obstrucciones.) Para otros problemas de localización véase también el informe del comité "pp".	Véase el apéndice a este documento. (El apéndice queda para el próximo artículo.)	Véase el apéndice a este documento. (El apéndice queda para el próximo artículo.)	(a) a (e) Sin requisitos especiales.	Sin requisitos especiales para las condiciones locales de emplazamiento. Requiere alcance visual entre las estaciones.	Véase el apéndice A a este documento.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
11.—¿Cuántos aviones pueden empujar el sistema a la vez sin sobrecargar el equipo?	(a) y (b) Ilimitado.	(a) y (b) Ilimitado.	(a) a (c) Por el momento, de 50 a 100 aviones, basado en un radiofaro. Puede aumentarse sin limitación.	Ilimitado.	Ilimitado.
12.—Susceptibilidad de interferencias.					
a) Estáticos naturales. (Manchas solares, estáticos tropicales, precipitaciones estáticas.)	No son afectados de un modo significativo dentro del área normal de recubrimiento.	No son afectadas de un modo significativo dentro del área normal de recubrimiento.	Puede reducirse la capacidad del tráfico.	No son afectadas de un modo significativo dentro del área normal de recubrimiento.	No son afectadas de un modo significativo dentro del área normal de recubrimiento.
b) Estático por medio del hombre. (Interferencias, originadas en tierra o en los aviones.)	No son afectados de un modo significativo dentro del área normal de recubrimiento.	No son afectados de un modo significativo dentro del área normal.	Puede reducirse la capacidad del tráfico.	No son afectados de un modo significativo dentro del área normal.	No son afectados de un modo significativo dentro del área normal.
c) Disturbios de propagación. (Manchas solares, propagación irregular, lluvia fuerte, modulación de la hélice.)	No tiene efecto apreciable.	Afectado por la modulación de la hélice únicamente si la frecuencia de la pala de la hélice y la frecuencia de modulación son aproximadamente iguales.	No tiene efecto apreciable.	No tiene efecto apreciable.	No tiene efecto apreciable.
d) Terreno desigual. (Montes, llanuras de costa, variaciones en conductibilidad de terreno.)	Véase el apéndice A a este documento.	Véase el apéndice A a este documento.	No afectado v.	No afectado v.	Véase el apéndice A a este documento.
13.1.—Indicación positiva en el avión del mal funcionamiento de cualquier parte del sistema.	No.	No.	No.	No.	No.
13.2.—Indicación absoluta en tierra del fallo o del mal funcionamiento de cualquier parte del equipo de tierra.	(a) y (b) Sí.	(a) Sí. (b) Sí.	(a) a (c) Sí.	Sí.	Sí.
13.3.—Indicación absoluta en el avión del fallo de cualquier parte del sistema.	(a) Sí. (b) Sí, para la presentación CRT No para el indicador del piloto.	(a) Sí. (b) Sí.	(a) a (c) Sí.	Sí.	(a) Sí. (b) Sí, por la presentación CRT. No, por el indicador del piloto.
13.4.—Indicación absoluta en el avión del mal funcionamiento del equipo aéreo.	(a) Sí. (b) No.	(a) Sí. (b) No.	(a) a (c) No.	No.	(a) Sí. (b) No.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUÍA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUÍA MULTIPLE	GUÍA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
<p>14.—Seguridad. 14.1.—Número de horas que no ha estado útil el equipo de tierra por cada mil horas de funcionamiento, basadas en un período de funcionamiento de más de tres meses.</p>	<p>Empleando equipo auxiliar, el tiempo en que está inservible es de menos de dos minutos por cada treinta minutos por cada mil horas.</p>	<p>Empleando equipo auxiliar, el tiempo en que está inservible es de menos de dos minutos por cada fallo.</p>	<p>No se dispone de suficiente evidencia.</p>	<p>No se dispone de suficiente evidencia.</p>	<p>Empleando equipo auxiliar, el tiempo en que está inservible es de menos de dos minutos por cada fallo.</p>
<p>14.2.—¿Término medio de horas de vuelo por cada fallo con respecto al equipo aéreo.</p>	<p>(a) 250 horas. (b) No se dispone de suficiente evidencia.</p>	<p>No se dispone de suficiente evidencia.</p>	<p>No se dispone de suficiente evidencia.</p>	<p>No se dispone de suficiente evidencia.</p>	<p>(a) 250 horas. (b) No se dispone de suficiente evidencia.</p>
<p>14.3.—Grado y valor de las pruebas de servicio y e.-perimentales.</p>	<p>(a) Cuatro años y medio de uso militar. (b) Cincuenta horas de vuelo con modelos.</p>	<p>(a) Dos años y medio de pruebas; dos mil horas de pruebas de vuelo. Funcionan ahora en la ruta aérea Chicago-Nueva York diez estaciones. La primera estación, puesta en servicio en octubre de 1945, y la última, en julio de 1946. (b) Pruebas de nueve meses.</p>	<p>(a) Pruebas de vuelo, dos meses. (b) Pruebas de vuelo, dos meses. <i>Nota.</i>—NRL/CAA 1.000 Mc/s DME, bajo pruebas de vuelo experimental por CAA, por seis meses. (c) Dieciséis meses de pruebas de vuelo experimental; siete meses de pruebas de servicio por CAA. (d) Tres años y medio de uso militar. Un año de uso civil. (e) Rebecca IV. Nueve meses de pruebas de vuelo experimental y de servicio. Unidad de observación de medida: nueve meses de vuelo experimental.</p>	<p>Doce meses de pruebas de vuelo experimental (ahora, completo). Las pruebas en servicio real se están efectuando ahora.</p>	<p>(a) y (b) Dos meses de pruebas experimentales del sistema.</p>
<p>15.1.—¿Se propone integrar este sistema con alguna otra ayuda de navegación?</p>	<p>(a) No. (b) Computador hiperbólico y Lorán.</p>	<p>(a) Con computador. (b) R-O y DME radiofáros de aterrizaje y comunicaciones.</p>	<p>(a) y (b) Con radio-guía omnidireccional y computador R-O. Inmediatamente, con radio-guía MF/LF de cuatro rutas; con radio-guía omnidireccional y computador R-O, cuando se puede disponer de ellos. (d) No. (e) Con radio-guía y computador R-O.</p>	<p>Con DME.</p>	<p>(a) y (b) Con DME y Gee.</p>
<p>15.2.—¿Necesita este sistema algún equipo auxiliar para llevar a cabo sus funciones?</p>	<p>(a) y (b) Las líneas hiperbólicas tienen que subrayarse en las cartas y/o dadas en las guías de ruta.</p>	<p>(a) y (b) Carta aeronáutica "standard".</p>	<p>(a) a (e) Carta aeronáutica "standard".</p>	<p>Carta aeronáutica "standard".</p>	<p>Carta aeronáutica "standard".</p>

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUÍA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUÍA MULTIPLE	GUÍA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
15.3.—¿Se proveen facilidades adicionales?	(a) y (b) No.	(a) Canal de voz. (b) Canal de voz.	(a) No. (b) No. (c) No. (d) Indicación de regreso BABS II, identificación de la línea de costa. (e) Indicación de regreso BABS II, identificación de la línea de costa.	No.	No.
16.—Antenas de tierra.					
16.1.—Número que se necesita por lugar.	(a) y (b) 1.	(a) y (b) 1.	(a) a (c) 1.	1.	1.
16.2.—Número de lugares necesarios por sistema.	(a) y (b) 4.	(a) y (b) 1.	(a) a (c) 1.	2.	2.
16.3.—Altura.	(a) y (b) 100-350 pies.	(a) 30 pies. (b) 15-100 pies.	(a) 50 pies. (b) 50 pies. (c) (i) 130 pies (como en relación con radio-guía LE). (ii) 50 pies (como en relación con radio-guía omnidireccional VHF). (d) 10-70 pies. (e) 70 pies.	20-100 pies.	(a) 30-100 pies. (b) 30-100 pies.
16.4.—Tipo y polarización.	(a) Dipolos. (b) Transmisores, antena direccional invertida. Receptor vertical.	(a) 5 antenas horizontales de cuadro. (b) Antenas de cuadro rotativas (horizontales).	(a), (b), (d) y (e) Dipolos "stacked" (vertical). (c) Cuarto de onda en relación al radio-guía LF. (ii) Dipolos "stacked" (vertical) en relación con el radio-guía omnidireccional VHF).	Dipolos "stacked" (vertical)	(a) Dipolo de media onda. (b) Transmisores, Antena direccional en V invertida (receptor) (vertical).
17.—Antena de avión.					
17.1.—Tipo y número necesarios.	(a) y (b) Tres pies de varilla vertical flexible.	(a) y (b) Horizontal en V media onda.	(a) y (b) Dipolo de media onda. (c) Cuarto de onda. (d) Dos cuartos de onda. (e) Dos cuartos de onda. (Las facilidades (d) y (e) de retorno abarcan antenas de tres cuartos de onda, más tres parásitas.)	Cuarto de onda.	(a) y (b) Tres pies de varilla vertical flexible.

Cuadro núm. 1. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
17.2.—Recubrimiento angular que se proporciona relativa a los aviones.	Omnidireccional.	Omnidireccional.	Omnidireccional.	Omnidireccional.	Omnidireccional.
17.3.—¿Es conveniente o puede desarrollarse para aviones de gran velocidad?	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.
18.—Requisitos de potencia (equipo de tierra).	(a) y (b) 20 kw.	(a) 3 1/2 kw. (b) 3 1/2 kw.	(a) 1.500 W. (b) 500 W. (c) 1 1/2 kw. (d) 4 kw. (e) 4 kw.	1 kw.	(a) 3.5 kw. (b) 3.5 kw.
18.1.—Potencia total requerida.					
19.—Requisitos de potencia (equipo aéreo).					
19.1.—Potencia total requerida.	(a) 270 W. 80 W. 400-2400 C/s.	(a) 60 W. 24-28 V. DC.	(a) 25 W. 12-14 ó 24-28 V. DC.	180 W. 24-28 V. DC.	Igual que para Gee.
19.2.—Voltaje línea.	180 W. 80-115 V. 24-28 V. 400-2400 C/s.	(b) 50 W. 24-28 V. DC.	(b) 200 W. 115 V. 400-2400 C/s.		
19.3.—Frecuencia de línea.			(c) 75 W. 24-28 V. DC. (d) 250 W. 80 V. 400-2400 C/s. (e) Rebeca IV MDV. 150 W. 100 V. 80 V. 400-2400 C/s.		
20.—Peso del equipo de avión instalado.	(a) 100 lbs. (b) 35 lbs.	(a) 23 lbs. (en D. C. 3). (b) 26 lbs.	(a) 25 lbs. (b) 20-40 lbs. (c) 22 lbs. en D. C. 3). (d) 150 lbs. (incluyendo la antena para homing. (e) Rebeca IV, 45 lbs. M. D. U., 25 lbs.	35 lbs.	(a) 100 lbs. (b) 35 lbs.

CUADRO NUM. 2.
SISTEMAS DE NAVEGACION DE CORTO ALCANCE

Características operativas.

1.—INFORMACIÓN RELATIVA AL EMPLAZAMIENTO.

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
Sistemas considerados.	Mark II y Mark III.	CAA y RAD.	Federal Canadiense Rebecca II y Rebecca IV Haretine.	Australia.	
1.1.—¿Se requiere emplazamiento en el aeródromo?	No.	A discreción.	A discreción. Se usa en unión del ILS.	A discreción.	A discreción.
1.2.—¿Se requieren emplazamientos exteriores al aeródromo?	Sí.	A discreción.	A discreción. Se usa en unión del radio-guía omnidireccional.	Sí.	Sí.
1.3.—¿Cuántos lugares son necesarios?	Tres estaciones forman un equipo completo, pero cuatro estaciones son las recomendadas normalmente porque este aumento cubre el espacio de manera homogénea.	Una.	Se usa en locales existentes.	Dos.	Dos.
1.4.—¿Cuál es el área más aproximada de cada local?	45 por 90 metros.	60 pies por 160 pies.	No aplicable; no obstante, para DME independiente al área exigida es 6 por 5 pies.	15 pies por 20 pies.	15 pies por 20 pies.
1.5.—¿Deben estar situados los locales en posición fija relativa a otro cualquiera o a un aeródromo?	No hay exigencias críticas.	No.	Ver 1.1 y 1.2.	Sólo aproximadamente.	Sólo aproximadamente.
1.6.—Si es así, ¿cuál es la disposición aproximada?	Estación maestra con 3 eslavas separadas aproximadamente 70 millas y dispuestas simétricamente. Es necesario colocar entre la estación maestra y la esclava un mando radioeléctrico.			Separadas entre sí de 5 a 10 millas.	3 a 10 millas.
1.7.—¿Exige un extenso sistema de contraatena?	No.	No.	No.	No.	No.

Cuadro núm. 2. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
2.—REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN DE TIERRA.					
2.1.—¿Qué número de edificaciones se precisan?	Cuatro. Una por estación.	Uno, más el cobertizo para antena.	Uno.	Dos.	Dos.
2.2.—¿Qué espacio de terreno se precisa para cada edificio?	30 por 60 pies.	150 pies cuadrados.	6 por 6 pies.	100 pies cuadrados.	100 pies cuadrados.
2.3.—¿Defínase cualquier construcción especial para cualquier edificio (por ejemplo, si es necesario un barracón protegido totalmente para el receptor).	No hay requisitos especiales.	CAA recomienda antena de 35 pies de diámetro sobre torre elevada 30 pies. Cobertizo de la antena sobre la torre. RAE recomienda barracón protegido para el transmisor.	Sí.	Sí.	Sí.
2.4.—¿Teniendo en cuenta el tipo de mástil, etc., ¿es convencional la construcción de antena?	Sí.	CAA. Sí. RAE. No. Antena especial gratoria.	Sí.	Sí.	Sí.
2.5.—¿Envuelve la instalación del equipo un problema especial eléctrico?	No.	No.	No.	No.	No.
2.6.—¿Hay alguna condición para mejorar el emplazamiento? (Por ejemplo, eliminación de árboles, demolición de edificios, etc.)	No. Ver apéndice del Cuestionario "E".	Sí. Ver apéndice del Cuestionario "E".	No. Ver apéndice del Cuestionario "E".	No. Ver apéndice del Cuestionario "E".	No. Ver apéndice del Cuestionario "E".
2.7.—¿Dar detalle de cualquier cableado necesario entre los lugares señalados.	Ninguno.	Ninguno.	Ninguno.	Ninguno.	Ninguno.
2.8.—¿Precisa el equipo de otro entretenimiento y ajuste que las prácticas normales?	No.	No.	No.	No.	No.
3.—REQUISITOS PARA LA INSTALACIÓN EN EL AVIÓN.					
3.1.—¿Se requiere equipo especial a bordo?	Sí.	No.	Sí.	Sí.	Sí.
3.2.—¿Se requiere modificación en el fuselaje para la instalación de antena?	No.	No.	No. Rebecca II; sí, deben ser antenas de reborde de alas <i>Rebecca IV</i> <i>ditto</i> .	No.	No.
3.3.—¿Tiene exigencias críticas la colocación de cualquier parte del equipo?	No.	No.	Federal. no. Canadiense, no. Hareltime, no. Rebecca II, no para el equipo, sí para antena. Rebecca IV D. F., sí para antena.	No.	No.

Cuadro núm. 2. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. II. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
3.4.—¿Requiere el equipo de otras prácticas de colocación y ajuste que las normales?	No.	No.	No.	No.	No.
4.1.— <i>Personal en tierra.</i> 4.1.1.—¿Es necesario la continua atención de los operadores?	Si, en la presente etapa de desarrollo.	No.	No.	No.	No.
4.1.2.—Situación, número y tipo del personal que opera cada ocho horas.	Cuatro; uno por estación.	Ninguno.	Ninguno.	Ninguno.	Ninguno.
4.1.3.—¿Es necesaria una especial instrucción del personal?	Corrientemente, seis semanas; cuatro para instrucción general y dos para especial (240 horas).	No.	No.	No.	No aplicable.
4.1.4.—¿Es necesaria la continua asistencia del personal de entretenimiento?	Si.	CAA, no. RAE, si.	No.	No.	No.
4.1.5.—Situación, número y tipo de la dotación de entretenimiento para cada ocho horas.	Cuatro (uno por estación).	CAA Comisional inspección por ingeniero radio o técnico de grado medio. RAE, uno.	Inspección comisional.	Sólo inspección diaria.	Inspección diaria solamente.
4.1.6.—¿Es necesaria una instrucción especial de la dotación de entretenimiento?	Corrientemente, seis semanas; cuatro para instrucción general y dos para especial (240 horas).	No.	Cuatro semanas instrucción general radar, más una semana especial (200 horas).	Cuatro semanas instrucción general radar, más una semana especial (200 horas).	Cuatro semanas instrucción general radar, más dos semanas especial (240 horas).
4.1.7.—¿Es conveniente o necesario un equipo instructor o especial para preparar el personal operador de entretenimiento?	No es necesario.	No es necesario.	No es necesario.	No es necesario.	No es necesario.
4.2.— <i>Tripulación aérea.</i> 4.2.1.—¿Puede ser el equipo operado por el piloto? Si no es así, ¿qué miembro de la dotación lo opera?	Mark II, no. Cualquiera otro miembro de la dotación Mark III, si. Pero normalmente es operado por el copiloto o navegante.	Si.	Si. Rebecca II, no; el navegante.	Si.	Si, pero normalmente es operado por el copiloto o navegante.
4.2.2.—¿Requiere instrucción el operador del equipo?	Mark II, si. Menos de diez horas (de las cuales la mitad pueden darse con instructor de tierra). Mark III, si. Dos horas.	No.	Federal, no. Canadiense, no. Rebecca II, tres a cinco horas de vuelo. Rebecca IV, tres a cinco horas de vuelo para exhibición CRT; ninguna para exhibición de contador. Hazeltine, no.	No.	Si; dos horas.

4.—REQUISITOS DEL PERSONAL.

Cuadro núm. 2. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUÍA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUÍA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
4.2.3.—¿Precisa el entretenimiento del equipo aéreo especial instrucción del personal de entretenimiento?	Sí, seis semanas: cuatro para instrucción general; dos semanas para especial (240 horas).	No.	Cuatro semanas general radar, más una especial (200 horas).	Cuatro semanas general radar, más una especial (200 horas).	Sí, seis semanas: cuatro general; dos semanas especial (240 horas).
4.2.4.—¿Precisa el piloto instrucción especial para utilizar el equipo?	Mark II, no. Mark III, para familiarizarse, una hora.	No.	No.	No.	Solamente para familiarizarse, una hora.
5.—EXPERIENCIA DEL SISTEMA.					
5.1.—¿Cuánto tiempo desde la terminación y desarrollo del trabajo de ingeniería (presumiendo que el equipo no ha sido usado en operaciones de rutina) ha estado el equipo dispuesto para inspección, demostración y pruebas de vuelo?	Mark II no es aplicable. Mark III, modelo útil en dos meses.	C.A.A., dos años y medio. RAE ha estado en pruebas de desarrollo aproximadamente nueve meses.	Federal, tres meses, aproximadamente. Canadiense, dieciséis meses, aproximadamente. Rebecca II, cuatro años. Rebecca IV, seis meses. Hazelgine, dos meses.	Ver 5.3.	No aplicable.
5.2.—¿Se ha utilizado el equipo en operaciones civiles o militares habituales?	Mark II, sí. Mark III, no.	No.	Rebecca II, no. Rebecca IV, sí, en pruebas operativas y demostraciones solamente.	No.	El sistema emplea equipos GEE que han sido usados operativamente.
5.3.—Indicar la extensión en que se ha usado el equipo.	Mark II, amplio uso de RAF para cuatro años, y ayuda en mando de bombarderos. Mark III, sólo para demostraciones.	C.A.A. comisionado para uso operativo en la reciente ruta Nueva York-Chicago. Demostrado miles de veces en 1945 y 1946. RAE, ninguno.	Federal, pruebas de vuelo con modelos experimentales. Canadiense, demostraciones aproximadamente dieciséis meses. Rebecca II, por la RAF y en algunos servicios civiles. Rebecca IV, sólo pruebas y demostraciones. Hazelgine, pruebas en vuelo con modelos experimentales.	Doce meses de ensayo completo y experimental. Pruebas de servicio militar en el R. U. y pruebas operativas en la ruta aérea Sydney-Melbourne.	Equipo usado o extensivamente por la RAF. (Ver Gee Mark II.)
6.—OBSERVACIONES GENERALES.					
6.—Complementaria información relativa a instalación, dotación de entretenimiento o experiencias de uso.	Ver 4.1.2 y 4.1.5, con relación a la instrucción del operador mecánico. Ocho operadores mecánicos son los precisos (dos por estación por turno de guardia).	C.A.A. Ha sido instalado enteramente en el sistema de rutas aéreas de los Estados Unidos para recomenzar todos los LF/MF radio-guías existentes. RAE. Hay que tener cuidado en el emplazamiento de este sistema.	Normalmente se instala con ILS o sobre el edificio del radio-guía omnidireccional.	Ninguna.	Ninguna.

CUADRO NUM. 3

SISTEMAS DE NAVEGACION A CORTA DISTANCIA

Condiciones de fabricación y suministro.

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
Equipos considerados.	(a) Versión militar. (b) Versión civil, corregida.	(a) Versión de E. U. A. (b) Versión del R. U.	(a) Federal. (b) Hazeltine. (c) Canadian. (d) Rebecca Mark II. (e) Rebecca Mark IV.	Australiana.	(a) Versión militar. (b) Versión civil, corregida. Sólo equipo de tierra.
Fecha en que el modelo estará completamente a punto para su fabricación.	Tierra (a) Completa hoy. (b) 1949.	Tierra (a) 1946. (b) 1947.	Tierra (a) 1947. (b) 1947. (c) 1957. (d) Completa hoy. (e) y (f) 1947.	Tierra 1947. Avión 1946.	Tierra (a) Completa hoy. (b) 1949. Avión Equipo igual que Gec. (b)
En qué año habrá cantidad anual efectiva en disposición de ser expedida desde la fábrica.	(a) Tierra. 1946. Avión	Tierra (a) 1947. (300 equipos.) Avión 1947.	Tierra (a) 1948. (b) 1948. (c) 1948.	Avión	
En qué año habrá cantidad anual efectiva instalada y disponible para su uso en operaciones normales.	Tierra (a) 1949. 25 cadenas. (b) 1954. (Cuatro estaciones por cadena.) Avión 1949. 1.000 equipos.	Tierra (a) 1951. (100 estaciones) Avión 1950. (1.000 equipos.)	Tierra (d) y (e) 1950. (100 estaciones, cada una con contraantena) (f)	Tierra 1948. Avión 1948.	Tierra (a) 1949. 25 cadenas. (b) 1953. (Dos estaciones por cadena.) Avión Equipo igual que Gec. (b)

Cuadro núm. 3. (Continuación.)

PREGUNTAS	GEE (300 KW)	RADIO-GUIA OMNIDIRECCIONAL V. H. F. C. W.	EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA	RADIO-GUIA MULTIPLE	GUIA DE RUTA GEE DE BASE CORTA (10 KW)
Presupuesto aproximado para el equipo para las instalaciones valoradas en la fábrica.	(a) Tierra y Aire. No disponible.	Tierra	Aire Menos de 500.	Aire (a) Menos de 3.500. (b) Menos de 2.500, y (c) Menos de 1.500.	
Presupuesto aproximado para el equipo, con gastos de instalación, en el país de origen.	Tierra (a) 120.000 por cadena, y (b) 120.000 por cadena (cada cadena consiste en 4 estaciones).	Aire Menos de 700. 150 para el equipo unido al receptor, del radio-guia del S. C. S. 51.	Tierra (a) Menos de 15.000. (c) 4.000 con contraantena (f)	Aire No disponible.	Tierra (a) 25.000 por cadena, y (b) 25.000 por cadena (2 estaciones por cadena).
Factible para fabricación local en el país de destino.	a) Sí. b) Sí.	a) Sí. b) Sí.	a) Sí. b) Sí. c) Sí. d) Sí. e) Sí. f) Sí.	Sí.	a) Sí. b) Sí.