

Acondicionamiento radioeléctrico de un avión

Por JOSE MARIA DE LA CRUZ LACACI
Alférez Ayudante de Ingenieros Aeronáuticos.

Introducción.

El desarrollo actual de la técnica radioeléctrica aplicada a la aeronáutica es tan enorme, que los equipos de radio de los aviones han pasado, casi de golpe y en breve espacio de tiempo, de ser considerados como una instalación auxiliar y molesta, a ser deseados como algo insustituible. A las modernas instalaciones de radio de a bordo, compuestas de tres o cuatro equipos con fines diferentes, se les exige hoy día una precisión, seguridad, alcance y utilidad que muchas veces ya no está en ellas el poder conseguirlas. Ha llegado el momento en que las instalaciones de radio exigen a su vez, al

avión en sí, y a las demás instalaciones del mismo, un mínimo de condiciones para poder ellas cumplir con eficacia sus cometidos. De estas exigencias, tan desatendidas hasta hace poco, trata el presente artículo, en el que se han desarrollado los dos temas, que en conjunto componen lo que se puede llamar "acondicionamiento radioeléctrico de un avión"; el primero trata de la unión eléctrica de las partes metálicas del mismo, con objeto de que todas las masas metálicas formen una única "masa" eléctrica, y el segundo se refiere al apantallamiento de los circuitos eléctricos del avión.

Perturbaciones y remedios.

Dos son las causas productoras de las perturbaciones que disminuyen, y a veces anulan, la eficacia de una instalación de radio de avión: la electricidad estática acumulada en la atmósfera y la presencia de los circuitos de encendido del motor. Y al hablar de instalaciones de radio no se alude únicamente al habitual sistema transmisor-receptor, sino también a equipos tan diversos como los modernos localizadores tipo radar, sistemas de aproximación y aterrizaje, radiocompases, gonios, interfonos, etc., que no por ser muchos de ellos de interpretación visual, son menos perturbados en sus indicaciones.

Los aviones en vuelo presentan dos clases de cargas electrostáticas: unas de ellas se originan por frotamiento, al atravesar nubes formadas por núcleos flotantes de partículas sólidas (polvo, nieve, cristales de hielo, etcétera), y otras se producen al volar a través o en las cercanías de nubes tempestuosas fuertemente cargadas de electricidad. Aparte de estos casos que precisan causas anormales para la formación de cargas electrostáticas sobre el avión, éste posee su car-

ga propia, debido a que normalmente la atmósfera se encuentra en un estado de tensión eléctrica, cuyo potencial crece con la altura. Si un avión en estas condiciones llega a una zona de potencial distinto al suyo, puede originarse una descarga eléctrica. Para evitar este efecto se utilizan unos artificios conocidos con el nombre de descargadores. De entre los varios tipos existentes se describe a continuación el que parece dar más resultado, siendo a su vez sencillo, duradero y de fácil montaje. Consiste en una mecha de algodón de unos 30 centímetros de longitud, impregnada de plata, con el extremo libre deshilachado y protegida en parte por un tubo de material aislante flexible. Estas "mechas de descarga" se instalan en los puntos del avión que tienen pequeño radio de curvatura, por los que tiene tendencia a escaparse la electricidad acumulada; tales son: bordes de salida de las alas, extremos de las mismas, bordes de salida de los timones de dirección y profundidad, proximidades de la rueda de cola, etc.

Sin llegar a la gravedad de la descarga mencionada en el párrafo anterior, en el

mismo avión se producen una serie de pequeñas descargas, debidas a que las partes metálicas exteriores, que, según queda dicho, están cargadas eléctricamente, inducen potenciales variables, que se acumulan sobre otras partes metálicas próximas, y cuando la acumulación de potencial es suficiente salta una chispa entre ambas partes. Esto no solamente produce un perceptible y desagradable ruido en los teléfonos del receptor, como consecuencia de la amplificación que sus circuitos hacen de la onda perturbadora engendrada por la chispa, y que es captada por la antena de recepción, sino que además presenta cierto peligro de incendio, sobre todo si el chisporroteo ocurre en zonas donde se han acumulado vapores de gasolina.

Otras veces las diferencias de potencial acumuladas en las partes metálicas no se resuelven en chispas de descarga, bien porque la diferencia de potencial no es suficientemente grande, bien porque la separación entre partes metálicas no es tal, sino más bien uniones de gran resistencia o de resistencia variable, a causa de la vibración producida por el motor o como consecuencia del desplazamiento de piezas móviles. En estos casos, que son los más frecuentes, las cargas eléctricas acumuladas pasan irregularmente de unas a otras partes, produciendo perturbaciones que, recogidas en los teléfonos del receptor, crean un alto nivel de ruido. Tanto estas perturbaciones como las producidas por el salto de chispas entre partes metálicas próximas, serían en sí de poca importancia si no fuera por la proximidad de las antenas de recepción a tantas fuentes de interferencia eléctrica como hay repartidas por todo el avión.

He aquí otro de los efectos de la acumulación de potencial eléctrico en un avión: muchas personas, al descender de un aparato que acaba de aterrizar, han sentido una conmoción eléctrica al tocar tierra; ello ocurre en aviones que llevan la rueda de cola con cubierta de goma; ésta hace un perfecto aislamiento entre la masa metálica del avión y tierra, y por tanto, se mantiene entre esos dos puntos una diferencia de potencial; una persona, al tocar simultáneamente el avión y tierra, presenta un camino franco a la descarga y nota el paso de corriente por su cuerpo. Por lo cual, muchos de los nuevos aviones están siendo provis-

tos de una rueda de cola cuya cubierta, aun siendo de goma, es conductora, por llevar embebidas en su masa partículas metálicas. Este neumático tiene una resistencia aproximada de 600.000 ohmios entre el cubo de la rueda y tierra. Otro dispositivo que sirve para descargar el potencial eléctrico del avión al tomar tierra consiste en dos barras metálicas articuladas, sujetas al eje de la rueda de cola y colocadas a ambos lados de ella.

El problema de la acumulación de potencial eléctrico en un avión presenta un nuevo aspecto al considerar que es ya una realidad el abastecimiento de gasolina en pleno vuelo. Normalmente el avión nodriza y el que se va a abastecer tendrán potenciales diferentes; si la diferencia es muy grande, existe una gran probabilidad de que al ponerse en contacto por medio de la manga se origine una descarga eléctrica, estando el peligro de incendio notablemente aumentado por la presencia de materia tan inflamable como la gasolina. Esta cuestión ya ha sido estudiada por los técnicos que realizaron las primeras pruebas, y parece que han conseguido igualar los potenciales de los dos aviones antes de establecer contacto, por medio de un dispositivo que no ha sido revelado.

Unión eléctrica de partes metálicas.

Considerado todo lo expuesto hasta ahora, y vistas las mejores soluciones para evitar alguno de los trastornos y peligros que presenta la acumulación de potencial eléctrico en un avión, quedan sólo por estudiar los medios para impedir la producción de las molestas perturbaciones que acusan los receptores de radio, con lo cual se entra de lleno en el objeto de este artículo. Para eliminar estas perturbaciones es preciso llegar a su origen, y siendo éste la existencia, o bien de piezas que no están en franco contacto permanente, o bien de uniones de gran resistencia o de resistencia variable, se ve clara la necesidad de que "todas las piezas metálicas del avión estén eléctricamente unidas entre sí". Esto es lo que los ingleses expresan con la palabra "bonding". Al decir que las partes metálicas estén "eléctricamente" unidas, se indica la necesidad de que no haya entre ellas ninguna resistencia eléctrica, a fin de que toda la masa metálica del avión sea un conductor que esté al

mismo potencial eléctrico en todos sus puntos. Esto no solamente es necesario para suprimir el tipo de perturbaciones explicado, sino para crear una "masa" cuanto más extensa mejor, imprescindible para el funcionamiento de los equipos de radio, de igual forma que para los receptores lo es la existencia de una tierra apropiada. Los transmisores, además, llevan el paso de salida sintonizado, utilizando un equilibrio entre la "masa" y el circuito de antena; cualquier desequilibrio de este sistema, provocado por una "masa" inadecuada o variable, puede dar como resultado un trabajo no satisfactorio del transmisor.

Ejecución y detalles.

El núcleo de la "masa" eléctrica del avión lo forma su estructura, y a ella debe unirse "eléctricamente" toda pieza que tenga una superficie mayor de 13,5 dm². Las piezas unidas por remaches o por bisagras pueden considerarse como eléctricamente unidas, lo que simplifica mucho el trabajo a realizar.

Las tuberías metálicas de gasolina, aceite, agua, oxígeno, etc., y las canalizaciones que lleven en su interior cables, deben ser unidas eléctricamente a los puntos de la estructura en que la toquen, o aisladas perfectamente de ellos. La unión debe realizarse por medio de un cable trenzado flexible, formado por hilos de cobre estañados, para evitar la corrosión; si no se dispone de este tipo de cable, puede utilizarse camisa metálica de la que protege los cables eléctricos; con ello se busca disponer de relativa gran superficie, en vez de gran sección. La unión de las tuberías y canalizaciones a la estructura del avión deberá hacerse superponiendo a aquéllas, en la parte en que se va a realizar la conexión y en unos tres centímetros de longitud, la trenza de unión, habiendo previamente lijado y limpiado la parte a conectar, con objeto de quitar el acabado que tenga (anodizado, pintura, esmalte, etc.), a fin de que el contacto sea perfecto; ambas partes se sujetan con un atado de alambre de cobre recocido o con un bramante encerado, siendo conveniente cubrir la zona de unión con barniz o goma laca para protegerla, evitando que polvo o líquidos ensucien el contacto y aumenten su resistencia, con lo que se perdería el trabajo efectuado. Estas uniones deben realizarse a todo lo largo de las tuberías y canalizacio-

nes, en tantos puntos como se crea necesario, pero nunca separados más de 45 centímetros. Las grapas que sujetan dichos elementos a la estructura del avión pueden ser puntos de unión eléctrica a la misma si se preparan adecuadamente, lijando las partes que han de estar en contacto, apretando fuertemente una contra otra y recubriendo con barniz. Los puntos de tuberías y canalizaciones que estén cerca de piezas de la estructura del avión, sin que puedan ser adecuadamente unidos a ellas, deben ser perfectamente aislados, con objeto de que, por efecto de la vibración, no se produzcan contactos intermitentes. Análoga resolución debe tomarse respecto de las grapas cuya perfecta unión a aquellos elementos no pueda conseguirse. Este necesario aislamiento se consigue por medio de piezas de goma o fibra, cuya forma y colocación son distintas en cada caso concreto.

La unión de la trenza a la estructura del avión puede hacerse de la misma forma que se ha descrito para la unión de la trenza a las tuberías y canalizaciones, o bien haciendo un pequeño taladro en la estructura y soldando a la trenza un terminal, que quede oprimido contra ella por medio de un tornillo; en este caso el barniz posterior, además de su función de protección, hace que el tornillo no se afloje por efecto de la vibración del avión. Estas trenzas de unión no deben quedar tirantes, sino un poco sueltas, con objeto de que vibraciones o movimientos bruscos no las partan.

Cuando una tubería o canalización atravesase alguna superficie metálica, la zona de paso debe presentar un contacto eléctrico franco y permanente, o un aislamiento perfecto; para conseguir esto deben seguirse las indicaciones anteriormente expuestas para casos parecidos.

Si en tuberías o canalizaciones metálicas están intercalados trozos no metálicos (de goma o fibra) para permitir cambios de dirección, codos, etc., estas partes que interrumpen la continuidad eléctrica de dichos elementos deben puentearse con trenzas metálicas de unión, sujetas en la forma ya indicada, a fin de mantener dicha continuidad. Análogos puentes deben realizarse en los casquillos o racores de empalme y derivación, y en general en todos aquellos puntos en que se sospecha la existencia de uniones de alta resistencia o resistencia varia-

ble. Cuando las tuberías o canalizaciones sean flexibles y lleven un alambre arrollado helicoidalmente para armadura y protección, tal alambre debe ser adecuadamente puesto a "masa" en tantos puntos como sea necesario a todo lo largo de dichos elementos.

Además de las maneras explicadas para sujetar la trenza de alambre de cobre a las piezas que enlaza, pueden utilizarse las uniones soldadas; pero este sistema sólo debe emplearse en contadas ocasiones, ya que hay que tomar las debidas precauciones para evitar el recalentamiento y la corrosión. Particularmente es peligrosa su utilización cuando se trata de hacer la toma a "masa" de las camisas o fundas metálicas de los cables eléctricos, por el peligro que encierra de deterioro del aislamiento de dichos cables. También debe evitarse poner en contacto metales diferentes, por el efecto corrosivo que pudiera tener sobre la unión de ambos. Por ejemplo: la aplicación de una grapa de latón o cobre sobre una tubería de aluminio podría dar lugar a una fuerza electromotriz capaz de perjudicar el perfecto contacto entre ambas piezas.

Se ha detallado con toda intención lo referente a tuberías y canalizaciones, con objeto de fijar ideas y explicar la realización práctica de los diversos tipos de uniones a "masa". Los demás elementos metálicos de un avión deben tratarse de análoga forma, y únicamente se enumerarán a continuación algunos de ellos, sin entrar en detalles que serían repeticiones. El motor y la bancada deben conectarse a la estructura del avión, utilizando para ello los puntos de apoyo y teniendo en cuenta que si entre ambos elementos van intercalados amortiguadores de caucho, deben hacerse las uniones con trenza metálica flexible, para proporcionar la necesaria continuidad eléctrica. Los depósitos de toda clase deben conectarse de acuerdo con su forma, dimensiones y colocación en el avión. Las varillas, tubos y cables de mando tienen mucha semejanza con las tuberías en lo que a su unión a "masa" se refiere. Las chapas cortafuegos y de blindaje, los paneles de instrumentos (las cajas metálicas de éstos hay que conectarlas a "masa"), el suelo del avión, las puertas, los asientos, etc., forman otro grupo de elementos que no hay que olvidar. Las superficies de mando (pedales, flaps, timones de direc-

ción y profundidad, compensadores, etc.) deben estar unidas a "masa" y puenteadas las articulaciones y herrajes que permiten sus movimientos. Los bastidores para las bombas, y los soportes de las armas de fuego, deben ser tratados de acuerdo con sus características propias.

Si los aviones no son enteramente metálicos, y particularmente si su estructura es de madera, es necesario dotarles de una malla metálica extendida por todo el avión y que sustituya a la estructura de que carecen. Los planos se pueden "metalizar" fijando a lo largo de los bordes de ataque y salida cintas de cobre de 1×10 mm., que se unirán en el extremo del ala, y a las que deberán conectarse todos los elementos metálicos de los planos. El fuselaje se puede "metalizar" fijando sobre los largueros flejes o cintas metálicas análogas a las empleadas en las alas; estas cintas han de extenderse desde la bancada del motor, que en esta clase de aviones es el centro de "masa", hasta los herrajes de cola, haciendo perfectos contactos en su recorrido con todas las piezas metálicas próximas a ellas, utilizando, si fuera preciso, flejes de ramificación que alcancen a las más alejadas de los largueros. Las cintas de metalización de alas y fuselaje deben estar eléctricamente unidas entre sí para conseguir la necesaria "masa" eléctrica del avión.

Medidas.—Instrumentos.

Para realizar la unión eléctrica de piezas metálicas, cuya necesidad y forma de ejecución quedan expuestas, es preciso localizar los puntos de discontinuidad eléctrica. Una manera sencilla y relativamente eficaz consiste en utilizar un aparato para prueba de circuitos, compuesto de una batería, una resistencia variable y un amperímetro, conectados en serie; por medio de unas puntas de prueba, se ajusta el paso de una corriente determinada por el circuito así formado; una vez preparado el comprobador, se intercala en el circuito la resistencia de la unión que se va a verificar, colocando las pinzas a uno y otro lado de la misma; si la lectura del amperímetro coincide con la efectuada al ajustar el comprobador, la unión examinada no presenta resistencia al paso de corriente continua; si la lectura es menor o la aguja oscila, son indicaciones

de una resistencia fija o variable en la unión considerada.

Es, sin embargo, necesario precisar aún más. Trabajos experimentales, efectuados por técnicos americanos, han dado como resultado el conocimiento de ciertos valores de resistencias que no deben ser superados.

He aquí algunos de ellos:

| | | |
|---|-------|--------|
| Tuberías y canalizaciones | 0,001 | ohmio. |
| Equipos eléctricos y de radio... | 0,001 | " |
| Motor y bancada | 0,002 | " |
| Cortafuegos y panel de instrumentos... .. | 0,002 | " |
| Cables y varillas de mando... .. | 0,004 | " |
| Circuitos de encendido | 0,004 | " |

La especificación G. E. 125 del Ministerio inglés del Aire, que contiene los requisitos oficiales completos relativos a la unión eléctrica de partes metálicas, pone un tope más amplio, señalando que entre dos puntos cualesquiera del avión no debe haber una resistencia mayor de 0,025 ohmios.

Esta precisión en las medidas no puede alcanzarse con los tipos corrientes de óhmetros, en los que las resistencias de contacto de las puntas de prueba y conductores son ya mayores que las que hay que medir. Es preciso utilizar para ello puentes de medida especiales, basados en el circuito de Thomson. El Departamento de Investigación de la Lockheed Aircraft Corporation utiliza un puente de Kelvin para obtener análisis cuantitativos de la eficacia de la unión eléctrica de las partes metálicas del avión. Este instrumento es capaz de medir con exactitud resistencias desde 0,0001 ohmio hasta 11 ohmios.

La casa Siemens Halske A. G., de Berlín, tiene construído un puente de Thomson, portátil, reducido y de manejo sencillísimo, ideal para este trabajo, conocido como modelo Z. Las dimensiones de la caja son: 230 x 115 x 60 mm., y el peso es de 1,1 kilogramos. El campo de medida se extiende desde 0,0002 ohmios hasta 2,2 ohmios. La precisión de la medida alcanza un 1 por 100 del valor teórico; únicamente por debajo de 0,001 ohmios se sobrepasa dicho valor.

Apantallamiento.

La proximidad a las instalaciones de radio de a bordo de un sistema de encendido de alta tensión, como el de los motores de explosión, produce graves perturbaciones en

dichas instalaciones, que es preciso eliminar si se quiere obtener de los equipos de recepción un buen rendimiento. Cuando en un circuito eléctrico se origina una descarga se producen como consecuencia oscilaciones de alta frecuencia, que son perceptibles a cierta distancia del punto en que se ocasionan. Si la descarga es amortiguada, como ocurre en los circuitos de encendido de los motores, las oscilaciones a que da lugar cubren una ancha banda de frecuencias, interfiriendo gravemente en la recepción de las señales de radio.

Los circuitos de baja tensión (alumbrado, instrumentos, carga, etc.) también pueden producir perturbaciones si recogen y transmiten por toda la red de a bordo la interferencia que producen los de encendido, o si ellos mismos la causan por las pequeñas chispas y extracorrientes de ruptura, generadas en los interruptores, conmutadores, etcétera.

En la actualidad el diseño de los receptores tiende hacia un aumento de su sensibilidad, lo cual, unido a la utilización creciente de las ondas cortas, hace que las interferencias sean cada vez más notorias y molestas y que su eliminación adquiera caracteres de urgente necesidad. Los técnicos norteamericanos son los que desde hace más tiempo dedican su atención a este problema del apantallamiento de los aviones, obligados por la utilización progresiva e insistente de las ondas cortas y ultracortas en sus equipos de radio, que son en las que más se acusa la interferencia producida por los circuitos de ignición. Por el contrario, hasta hace poco tiempo muchos aviones ingleses salían de las fábricas sin acondicionamiento radioeléctrico ninguno, a causa de que en el continente europeo se utilizaban mucho más las ondas normal y larga, que, por resultar poco perturbadas, aseguraban buenas comunicaciones sin tener que preocuparse de trabajos molestos, pero hoy día imprescindibles, como los de apantallamiento de un avión.

Ejecución y detalles.

El sistema de encendido de los motores, bien por magneto, bien por bobina de lanzamiento, es la mayor fuente de perturbaciones, y dentro de él hay que cuidar más de los cables que de las magnetos y de las bujías.

Los cables que unen estos dos últimos elementos, y que en un motor grande son de considerable longitud, no permiten la utilización de un apantallado rígido, y es necesario el empleo de un sistema flexible. Un método muy eficaz consiste en meter los cables en una canalización metálica flexible, formada por una delgada cinta de una aleación de aluminio arrollada en forma helicoidal; esta canalización se introduce en una funda o camisa formada por alambres de cobre estañados y trenzados entre sí; quedan de esta forma perfectamente envueltos los cables sin perder su flexibilidad. Es preciso asegurar ambas envueltas, lo que se efectúa por medio de grapas o herrajes especiales que aprietan una contra otra. Con objeto de mejorar el apantallamiento, es necesario unir a "masa" la camisa exterior, en intervalos de 45 centímetros. Tal apantallamiento reduce las perturbaciones a las inmediaciones del motor.

Encerrar simplemente los cables en una camisa metálica de alambre trenzado, ajustada a su superficie exterior y puesta a "masa", está muy lejos de ser una buena solución. He aquí solamente uno de los inconvenientes que presentan estos "conductores individuales apantallados": la camisa metálica forma con el conductor un condensador eléctrico a todo lo largo del cable apantallado, en el que aparece como dieléctrico el aislante de goma; tal condensador, situado en paralelo con los electrodos de las bujías, puede tener importantes repercusiones en la eficacia del sistema de ignición.

Un sistema perfecto de apantallamiento de cables debe ser satisfactorio, no solamente en lo que se refiere al encendido y a las perturbaciones en la radio, sino también en lo que atañe a su construcción mecánica, impenetrable al petróleo, aceite y agua, y capaz de soportar las vibraciones del motor.

Hoy día el apantallamiento de los cables de encendido viene preparado de fábrica en forma de "arneses" completos de ignición. Tal ocurre, por ejemplo, con el tipo 630, fabricado en Inglaterra por Marconi, que ha merecido la aprobación del Ministro británico del Aire, y por ello ha sido instalado en los motores de los aviones del Imperio. Consiste, en esencia, de una horquilla tubular metálica, que proporciona rigidez al conjunto y permite su fijación al motor. Por el inte-

rior de la horquilla van los cables que llegan hasta las bujías. Forman también parte del conjunto las magnetos con cubierta apantallada, la doble llave del contacto de las magnetos y las mismas bujías. La instalación del "arnés" debe hacerse con cuidado, para evitar daños por rozadura o compresión de alguna de sus partes. Donde exista este peligro debe colocarse una pieza de goma o cuero, para impedir los deterioros. No obstante lo dicho, el "arnés" debe hacer contacto metálico seguro con el motor o bancada en tantos puntos como sea posible, y nunca separados más de 45 centímetros.

Existe en el mercado inglés un cable de alta tensión protegido, que permite a los que están familiarizados con las necesidades de un adecuado apantallamiento construir por sí mismos el "arnés" de ignición.

Las magnetos han de quedar totalmente encerradas en cubiertas metálicas. La mayoría de ellas se presentan ya casi apantalladas, pero es corriente que tengan aberturas para la entrada de los cables, recubiertas de baquelita u otro material aislante. En tal caso es necesario y frecuentemente suficiente cubrir tales zonas con láminas metálicas que hagan contacto con la cubierta general de la magneto en varios puntos; en estas láminas se hacen los agujeros necesarios para la entrada de los cables, siendo conveniente poner un cordón de soldadura en la zona de contacto de ambos elementos.

El origen de los más graves trastornos debidos a los circuitos de ignición hay que buscarlos en las bujías, y por eso es esencial que esté perfectamente apantallada. Hay bujías especialmente ideadas para uso en los aviones equipados con radio, que dan buen resultado durante un período de funcionamiento bastante largo. También existen muchos modelos de cubiertas de protección para las bujías de tipo corriente.

El apantallamiento de los cables utilizados en el sistema de baja tensión puede realizarse, en su mayor parte, siguiendo las mismas directrices dadas para el apantallamiento de los circuitos de ignición. Para estos sistemas de baja tensión será más conveniente en muchos sitios el empleo de canalizaciones rígidas, en las que se introducen uno o más cables, que entonces no será necesario que lleven la camisa metálica flexible, evitándose así tener que unirla a "ma-

sa" cada cierto espacio. Los interruptores y conmutadores deben ir encerrados en cubiertas metálicas que eviten la propagación de las perturbaciones generadas por las chispas de ruptura de los circuitos. Asimismo deben ir encerradas en cajas de metal los generadores y motores auxiliares, debiendo utilizarse también inductancias y condensadores de filtro en las entradas y salidas de dichos elementos para evitar la propagación de la perturbación por los conductores.

Mediciones. — Inspección del apantallamiento.

No se ha logrado dar con ningún método para fijar la eficacia de un apantallamiento. Se pueden efectuar comprobaciones previas, mientras los motores funcionan en tierra, pero como así los trastornos son más perceptibles que en vuelo, a causa de que la vibración del avión es mucho mayor, la única prueba fehaciente de la bondad de un apantallamiento viene dada por el nivel de ruido observado en los teléfonos de los receptores de a bordo, volando el avión con todos sus equipos e instalaciones en marcha. Este nivel de perturbaciones eléctricas, a juicio de la casa 'Telefunken, de Berlín, no debe ser mayor de 0,5 voltios sobre unos cascos de 4.000 ohmios de impedancia. La Especificación del ministro inglés del Aire, a que ya se ha hecho referencia, no es tan concreta a este respecto, y sólo dice: "Que en ningún caso debe quedar un ruido residual mayor que un débil zumbido en los teléfonos."

El apantallamiento, lo mismo que la unión eléctrica de partes metálicas, requiere frecuentes inspecciones a fin de asegurar que los numerosos contactos y conexiones se encuentran en perfecto estado. Un aumento gradual y constante del nivel de ruido ha de atribuirse directa o indirectamente a algún defecto en el sistema de apantallamiento. La inspección ocular directa de todos los posi-

bles elementos perturbadores puede simplificarse un poco por medio de un dispositivo un tanto simple, pero bastante eficaz. Consiste de un receptor de radio alimentado por pilas, al que se le coloca una antena formada por un hilo flexible de unos dos metros de longitud, apantallado por completo, excepto en unos 30 centímetros por su extremo libre; el extremo opuesto se conecta a la toma de antena del receptor, y la pantalla a la de masa. Acercando la parte desnuda de la antena a los elementos sospechosos de producir perturbaciones (magnetos, bujías, cables, interruptores, generadores, etc.), se obtendrá una idea comparativa del comportamiento de cada uno de esos elementos.

Conclusión.

Quizá muchas de las indicaciones que a lo largo de este trabajo se han hecho puedan parecer superfluas o innecesarias, pero a menos que se sigan todas, efectuando el acondicionamiento del avión por completo y en sus dos aspectos: unión eléctrica de partes metálicas y apantallamiento, será imposible obtener una audición satisfactoria en un receptor de alta ganancia.

El acondicionamiento radioeléctrico de un avión es trabajo privativo de las fábricas de aviones, que deben conocer todo cuanto se refiere a este asunto. Un hecho importante corrobora esta afirmación, y es que el acondicionamiento debe hacerse durante la fabricación del avión, ya que realizar el trabajo sobre un avión terminado resulta sumamente difícil y caro. Las fábricas de motores deben entregar éstos a las fábricas de aviones, perfectamente apantallados, sin que éstas tengan que preocuparse para nada del acondicionamiento intrínseco de los mismos, y sí solamente de la necesaria unión eléctrica del motor con el resto de la masa metálica del avión.

BIBLIOGRAFIA

Aircraft electricity.—By Norman J. Clark and Howard E. Corbitt. The Bonal Press Company. New York.

Aircraft radio.—By D. Hay Surgeoner. Pitman and Sons. London.

Aircraft radio and electrical equipment.—By Howard K. Morgan. Pitman Publishing Corporation. New York.

Electrical and wireless equipment of aircraft.—By S. G. Wybrow. Pitman and sons. London.

Handbook of Aeronautics.—Pitman and Sons. London.

Revista Inter-Avia.—Números 1.159-60.

Revista de Aeronáutica.—Números 84 y 103.