

¿ QUE SON LOS RADIO-SONDAS ?

POR EL CIE. SOTERAS.

PROFESOR DE LA ACADEMIA GENERAL MILITAR

Este artículo no es en su materia una novedad para quien por costumbre u obligación presencia los lanzamientos de radio-sondas en nuestro Servicio. Por otra parte, quien quiera más detalles los encontrará en el fascículo "Radio-Sondas" de los cuadernos de instrucciones reglamentarios. Pero tiene el artículo el buen sabor del interés y simpatía que demuestra en estudiar nuestros temas técnicos un compañero de armas del Ejército de Tierra.

"Como volátil en corral ajeno" se siente el autor al salir de su natural medio terrestre en donde desenvuelve sus actividades, y entrarse un poco de rondón en el espacio de los "aéreos"

¡ Ahí es nada! Intentar volar sin alas y llegar a las altas zonas, sólo reservadas para los caballeros del aire.

Nunca pensó el que esto escribe en tamaño atrevimiento.

Pero... un día llegó a sus manos un raro "cacharro" junto con el ruego de que en su interior hurgase, hasta esclarecer la razón de la existencia de tal instrumento.

Empujado por la eterna curiosidad de "chico destripador de juguetes", comenzó una paciencuda y deductiva labor. Poco a poco se enredaron teorías que, unidas a unos deslabazados conocimientos de radio y a algunas ideas sobre predicción y sondeos atmosféricos, suficientes para hacer de mago adivinador de lluvias, tormentas, vientos y otros meteoros, cristalizaron en sencillos esquemas y apuntes que permitieron formar un concepto, lo más claro posible, del uso de aquel aparato viajero.

Cuando metido en el complicado laberinto de marcaciones, gonios y ángulos de altura nos hallábamos a punto de sucumbir, una mano amiga, la del meteorólogo-jefe de la Cuarta Región Aérea, vino a salvarnos, acabando de hacer luz entre aquella maraña de ideas.

Un segundo "chisine", más complicado que el primero, permitió con su estudio completar los conceptos surgidos ante el otro.

Debo confesarte un poco en secreto, lector amigo, que mucha parte de este deseo de saber la tuvo el extraordinario aspecto exterior del último aparato. Su caja transparente de plexiglas recordaba a aquellas otras que de chicos tantas veces habíamos contemplado llenas de caramelos, cuyos colores vivos endulzaban por anticipado los infantiles ojos de quienes los contemplaban con arrobamiento.

Dentro del transparente instrumento, las bobinas, condensadores y resistencias, con sus chillones tintes, eran como los deseados dulces que deslumbraban a los ojos del que, ya mayor, los miraba con tentaciones incontenibles de extraerlos, contemplarlos y probar su verdadero "gusto científico". ¡Y somos tan aficionados a todo lo dulce!

En fin, lector amigo, que quizá te sientas un poco asombrado de que un uniforme caqui aparezca entre los grises; tomo mis notas, apuntes y esquemas, empujando a exponerte unas sencillas observaciones, rogándote veas en el que esto escribe a un aficionado, que con un poco de intuición deductiva ha sentado unas ideas, las cuales esperan de ti una amable acogida.

Hasta el año 1927 puede decirse que los sondeos atmosféricos se efectuaban con globos-pilotos o globos-sondas; los primeros, unidos con un cable a tierra, permitían que el aeróstato alcanzase la altura correspondiente a la longitud de aquél; en algunas ocasiones se empleaban cometas. Más modernamente se utilizaron globos-sondas, o sea globos de pequeñas dimensiones que viajaban por el espacio en completa libertad.

En cualquiera de los tres casos citados, el elemento sustentador, fuese globo o cometa, llevaba consigo los aparatos registradores que inscribían la presión, temperatura, humedad y hasta velocidad del viento en la zona alcanzada durante el sondeo.

Antes de la fecha citada, el profesor Heraht había conseguido recibir en tierra señales telefónicas, transmitidas a través del cable de anclaje, merced al empleo de contactos rotativos.

Posteriormente, el profesor Rothe ideó un medio para poder recibir en el suelo las indicaciones de un anemómetro, que según la velocidad del viento hacia variar la frecuencia de las vibraciones eléctricas de un pequeño emisor. Tal variación producía un cambio en el sonido, correspondiente a la citada vibración eléctrica.

El profesor Idrac aprovechó este sistema para dar las señales termométricas de igual manera. A tal fin se utilizaba un termómetro metálico enlazado en forma articulada a una de las armaduras de un condensador variable; las variaciones del termómetro hacían que dicha armadura móvil entrase más o menos en otra fija, con lo cual variaba la capacidad del circuito oscilante y, por tanto, la longitud de la onda. Bastaba tener en tierra un ondámetro el cual, al registrar la longitud de onda recibida—longitud que varía constante y lentamente—, constituyese en realidad su gráfica: la de la temperatura dada por el termómetro metálico.

La radio, con sus progresos, ha permitido construir aparatos que comunican por medio de las ondas hertzia-

nas—desde alturas hasta de 30.000 metros—cuántas variaciones barométricas, higrométricas o termométricas se produzcan.

A estos aparatos, llamados "radio-sondas", pertenecen el que encerrado en una maleta y el que arrastrado por el viento llegaron hasta la cézar-augustana ciudad del Ebro.

Consideremos ambos por separado.

Si las cosas inanimadas no lo fueran en realidad, y, por el contrario, tuvieran un alma, aunque chiquita, seguramente expresarían su agradecimiento a quien las tratase bien, mostrándoles complacientes sus secretos y ofreciendo a su amable poseedor las primicias de los principios científicos en los cuales se fundan. Esto habría que creer casi del viajero de las estepas rusas.

Cerrado, con su aspecto hosco, cilíndrico y con el inconfundible olor a radio, dejábase mirar y curiosear, hasta que al oprimir los dos flejes metálicos laterales y tirar de la varilla de su tapa superior, surgió del interior el conjunto de cables, condensadores, resistencias, lámpara, pilas y barómetro, que hizo lanzar al curioso que lo miraba una exclamación de satisfacción y suficiencia: "¡Vaya! Un aparato registrador de presiones, con un emisor de radio que dará automáticamente las señales a tierra." Mas... después de esta atrevida expansión científica, vino la reflexión. La cosa no era tan

sencilla como parecía a simple vista, y había que pensar un poco sobre el asunto. Con respeto, volvimos a tomar el casi despreciado aparatejo e iniciamos una seria investigación.

Tres partes, o por mejor decir, cuatro, se apreciaban en su conjunto. Primero, el elemento sensible, el barómetro; segundo, el elemento emisor o radio, y tercero, la alimentación del mismo. No obstante, a pesar de esta rápida inspección, seguimos pensando. Algo debe haber que transforme las "sensaciones" barométricas en señales eléctricas; ese algo aparece al fin tras minuciosa búsqueda, quedando establecida de esta manera la cuarta parte fundamental.

Como decíamos antes, el elemento sensible es un barómetro aneroide de dos cápsulas *c* tipo Vidi (figura 1); las deformaciones de dichas cápsulas se transmiten por medio de palancas *p* hasta la aguja *a*, la cual delante de una esfera graduada va señalando; merced a esto puede ser controlado el ajuste del barómetro metálico con otro de mercurio.

Detrás de la citada esfera aparece un tambor *T* de sustancia aislante, en cuya superficie van embutidas unas tiritas metálicas *m*, distribuidas en forma irregular. Este tambor, cuyo eje es el mismo que el de la aguja, al girar, lo hace por debajo de un contacto elástico, a modo de escobilla, el cual rozará durante el giro en las citadas tiritas metálicas. Cada vez que una de éstas toque en el contacto, se producirá un refuerzo en la emisión más o menos largo, según el grosor de las mismas y la velocidad del giro.

El desplazamiento circular del tambor está influenciado por la deformación de las cápsulas, y éstas, a su vez, por la velocidad ascensional del globo, velocidad que corrientemente es de 100 metros por cada 30 segundos.

Conviene no olvidar que las variaciones altimétricas no siguen una marcha regular cuando se comparan con las presiones; así vemos que en el primer kilómetro se necesitan 11,1 metros de elevación para perder un milímetro de presión, mientras que en los tres kilómetros de altura se llega casi a 16 metros,

Preciso es también no olvidar que un sondeo hasta 15 ó 16.000 metros cuesta un tiempo que oscila entre 115 y 120 minutos; por tanto, todos los pormenores que se suceden en el aparato son lentos y dan tiempo muy suficiente para ser bien interpretados en tierra.

Comprendido cómo se va produciendo el giro del pequeño tambor, que constituye como si dijéramos el cerebro del aparato, y su influencia en la emisión de las ondas hertzianas, es sencillo darse cuenta del ciclo completo.

Lanzado el globo, con su onda ajustada a la del receptor de señales barométricas en tierra, irá el observador de éste registrando las marcaciones o señales que nos dé; así obtendremos una gráfica de presiones—formada por trazos continuos e interrupciones o refuerzos—, la cual se comparará con la gráfica normal—igualmente constituida de sonidos y refuerzos—, cuya representación teórica habrá sido obtenida artificialmente, colocando el barómetro o todo el radio-sonda dentro de una cámara y produciendo en ella una pre-

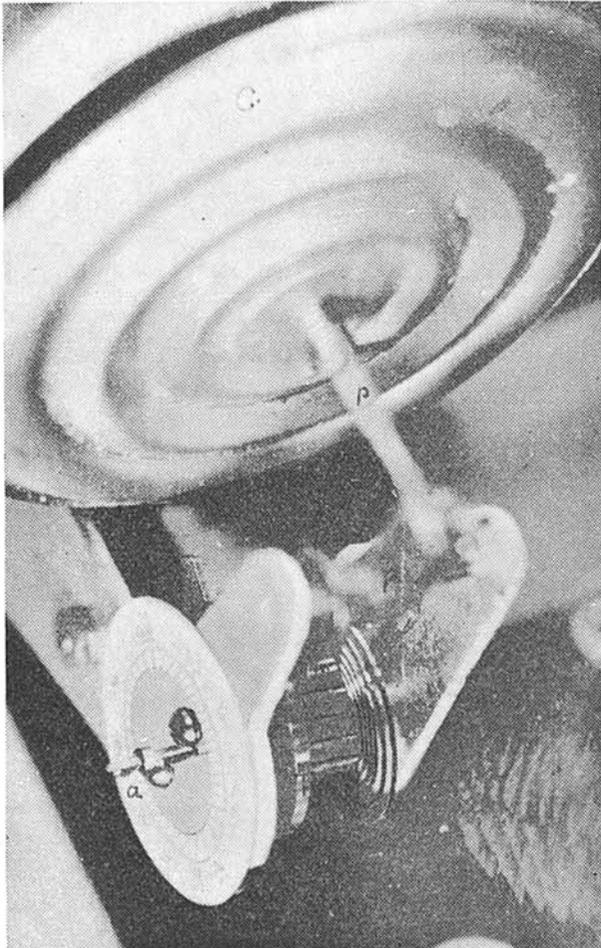


Figura 1.

sión decreciente y semejante a la que las diversas capas atmosféricas presentan. De esta manera se sabrá qué señales corresponden a las alturas y presiones teóricas registradas en un barómetro de mercurio.

Nos queda por considerar una segunda parte muy interesante.

El amable lector que me ha seguido hasta aquí, y que a buen seguro está perfectamente enterado de las operaciones que se precisan llevar a cabo en un sondeo atmosférico corriente, de los efectuados a base de seguir el globo con teodolito, se habrá preguntado: "¿Cómo se determina la situación del globo y el camino recorrido por él si no se ha hablado hasta ahora de fuerza ascensional ni de teodolito?"

De la misma manera que para los que formamos parte del Ejército de Tierra constituye algo familiar todo cuanto a orientación por la brújula se refiere, para ti, amigo del Aire, lo es también cuanto tenga que ver con la radiogoniometría, o más simplemente, con el "gonio", como vosotros en vuestro léxico corriente llamáis a ese complicado aparato de orientación y localización, pero que llamado así, con esa amable abreviatura, parece que queda reducido a algo tan elemental y fácil como nuestra simple aguja imantada.

Una de las propiedades más interesantes de las antenas receptoras de cuadro, es que según su orientación reciben con máxima o mínima intensidad las ondas de un aparato emisor. La mayor potencia corresponde a la posición cuya prolongación ideal pasaría por la emisora, y la menor vendrá marcada por la situación del cuadro perpendicular a la anterior colocación. Entre estas dos posiciones extremas variará la intensidad de la recepción.

Esta al parecer sencilla ley, a la cual obedecen inexorablemente las ondas hertzianas, sin que ninguna se canse por ello, se aburra o se subleve, permite señalar la dirección en que se halla el centro emisor. Bastará tener otra receptora radiogoniométrica instalada en el extremo de una base perfectamente medida que nos marque la nueva dirección en que llegan las señales.

En fin de cuentas, ambos rumbos quedarán materializados por los dos ángulos que forman con la base citada. De esa manera se podrá dibujar a escala sobre el plano el correspondiente triángulo, quedando así en el vértice opuesto a la antedicha base el punto a localizar.

Cuando la estación que se quiere situar es terres-

tre, todo queda reducido a la formación del triángulo antes referido; pero si aquella está en el aire, la cosa cambia un poco y se necesita situarla en dirección y altura.

Para dicha segunda operación se precisa determinar las alturas angulares, lo cual se resolverá utilizando antenas goniométricas que marquen ángulos cenitales, análogamente a como lo hace el teodolito acodado. En esta operación intervienen tres gonios, situados en tierra de manera que formen un triángulo; así se trabaja por trisecciones. Si bien este sistema complica un poquito más lo explicado, en cambio, tiene la ventaja de poder reducir al mínimo los errores, tanto del aparato goniométrico como los sufridos por el operador, errores que casi en ningún caso se pueden despreciar.

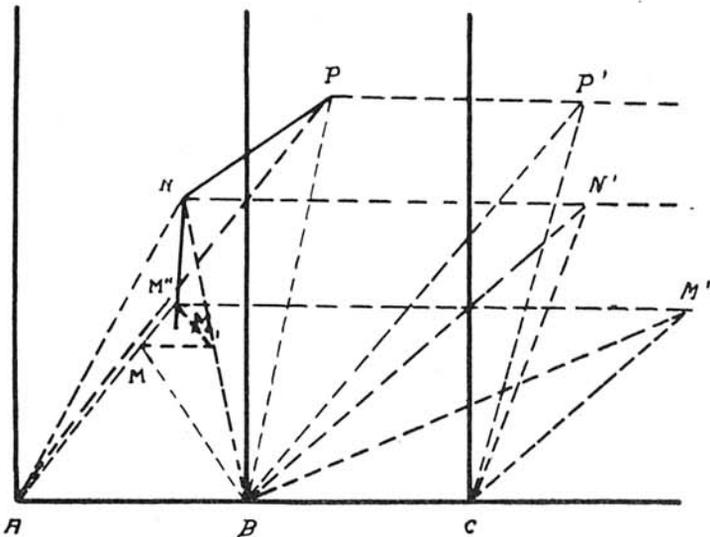


Figura 3.

La figura 2 presenta las trisecciones para la situación en dirección de la emisora aérea.

En caso de que no se obtenga la intersección de los tres rumbos, se formará con el error que se produce un triángulo equilátero, cuyo centro será el probable punto de situación de la estación.

Se comprende lógicamente la necesidad de un enlace entre los tres gonios, con objeto de que las marcaciones coincidan en determinados tiempos.

La fijación del globo portador de la emisora en altura es un poco más complicada.

La figura 3 muestra el trabajo que se precisa efectuar.

Cada gonio dará una altura angular correspondiente al punto desde donde se escucha la emisión, y con estos tres ángulos se podrá localizar ya en altura el susodicho balón.

A, B y C representan los tres gonios, colocados sobre un eje y a una distancia relativa tomada a escala.

La intersección del ángulo en A y la del ángulo en C, determinan una primera situación del globo; la intersección del ángulo en C y del ángulo en B, representan otro punto correspondiente a la misma situa-

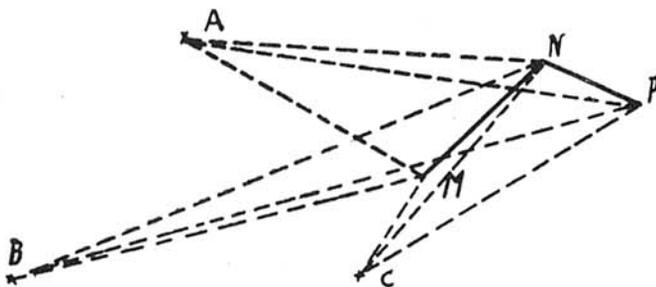


Figura 2.

ción, tomada desde los citados gonios *B* y *C*. Trazando una paralela desde el segundo punto obtenido al eje de abscisas, debe llegar a coincidir con la primera situación obtenida; si esto no sucede, se habrá formado un pequeño error; con esa longitud de error se construirá un triángulo equilátero, cuyo centro será la posición del globo en altura. Con sucesivas operaciones como la anterior, iremos hallando puntos que, unidos, nos darán la trayectoria del aeróstato en sus distintas elevaciones.

En todo lo antedicho tienes, lector amigo, la contestación a tu lógica pregunta sobre la fuerza ascensional, pregunta que podría ampliarse a la balanza calculadora de la misma y aun, por ejemplo, al tubo tara Moléski.

Según todo lo hasta aquí explicado, se deduce que la onda empleada para portar las señales utilizadas para radiar las variaciones barométricas, lo será también para localizar el aeróstato desde tierra. Esta onda es de una longitud aproximada de cinco metros, y va radiada por la pequeña varilla que sobre la tapa superior presenta el aparato (fig. 4).

El esquema adjunto (fig. 5) corresponde al emisor del aparato que estudia-

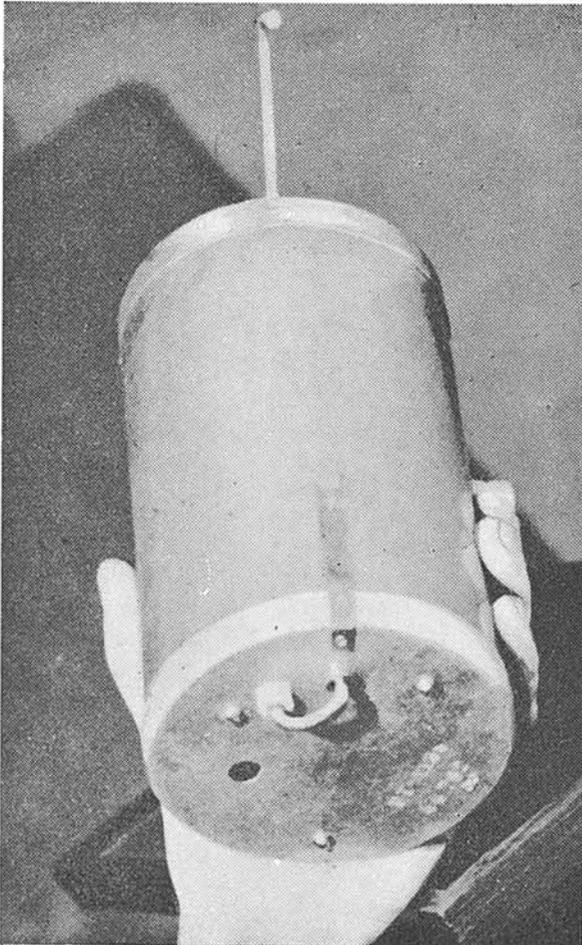


Figura 4.

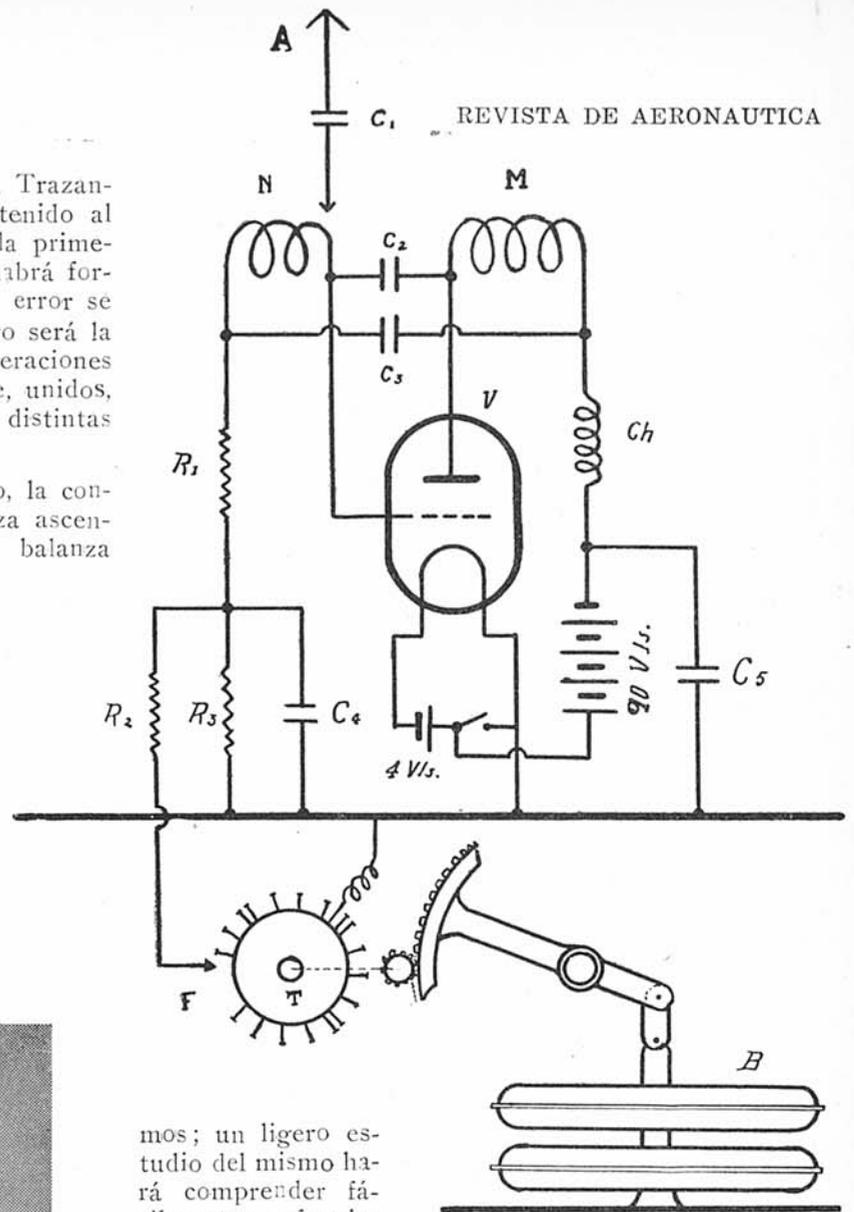


Figura 5.

mos; un ligero estudio del mismo hará comprender fácilmente su funcionamiento.

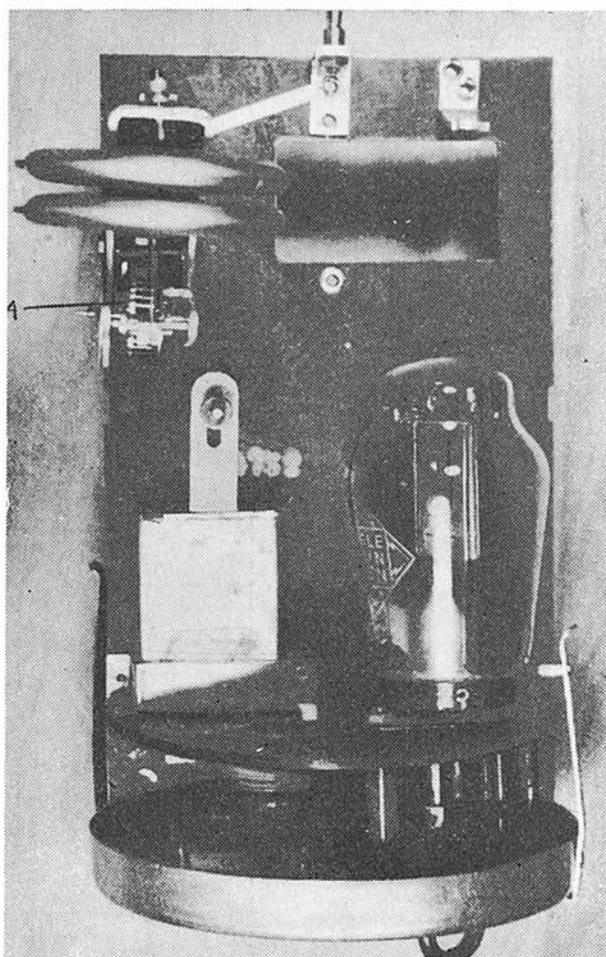
El montaje es, en realidad, el de una vulgar radio emisora; está constituida a base de una lámpara triodo, generalmente Tefunken.

Rápidamente se pueden analizar los tres circuitos correspondientes a filamento, rejilla y placa. El primero va alimentado por la batería de baja, y es perfectamente elemental, puesto que la lámpara es de calentamiento directo. El circuito de placa va alimentado por una batería, que, como ya dijimos, es de 90 voltios, y generalmente está formada por dos bloques en serie de 45. Este circuito se cierra a través de la bobina *M* y de la alta frecuencia *Ch*, pasando igualmente a través del condensador *C1* a masa.

La modulación se efectúa por el circuito de rejilla; ésta forma su correspondiente circuito a través de la bobina *N* y las resistencias *R1*, *R3* y condensador *C4*.

Mientras no se verifique ninguna variación en el circuito de rejilla, la onda emitida se mantendrá constante y, por tanto, el sonido será uniforme.

En el momento en que se efectúe alguna alteración en el mismo, variará la modulación de la onda, y por ello el sonido percibido por el receptor cambiará de tono.



Radio-sonda con registrador barométrico "Vidi"; corresponde al esquema de la figura 5. En A se aprecia perfectamente el tambor giratorio con los contactos de metal.

En los emisores normales, estas fluctuaciones en la modulación se consiguen intercalando en el circuito de rejilla un micrófono o un manipulador que, interrumpiendo o cerrando el paso de la corriente a través de una nueva resistencia, hace variar la total del mismo.

El radio-sonda no puede hablar, pero sí emplear una especie de manipulador automático, formado por el tambor giratorio T_1 , tantas veces citado, y los contactos de su periferia, que al cerrar con la escobilla F intercalan la resistencia R_2 , quedando así alterada la modulación. Esta alteración—repetimos una vez más—se efectuará tantas veces como pasen por debajo del contacto elástico las tiritas metálicas.

Estamos seguros que no hará falta decir que las vibraciones eléctricas se propagan al exterior a través de A , que está en conexión con los circuitos oscilantes y que constituye la antena de varilla.

Realmente es todo esto sencillo, al parecer; algo así como el huevo de Colón de la meteorología y la radio, aunque sea aquél "electrificado", ¿verdad, lector amigo?

Ya dió de sí cuanto podía el aparato que conoció

las éstepas heladas rusas. Encerrado de nuevo en su funda cilíndrica, ha perdido mucha de su importancia al poder ser desentrañado. Antes era cosa misteriosa; ahora ha pasado a constituir algo casi vulgar de tan sencillo y manoseado; en realidad, todos le mirarán en adelante con algo de desprecio.

Encogido y humilde bajo la cubierta de cartón, cedé el puesto a su otro colega, el cual presume lo indecible por su elegante y transparente aspecto. No sabe el pobre que también caerá de su categoría de "imprescindible", para ser una especie de juguete de experimentación, en el que todo el mundo se sentirá capacitado para enredar, aun a trueque de la integridad de sus circuitos y aparatos registradores (fig. 5 a).

Previos unos golpecitos cariñosos en sus delicadas y finas tapas, con lo que esperamos ganarnos la confianza del "sabio" radio-sonda, comenzamos algo así como un previo interrogatorio.

¿De dónde has podido venir, complicado cacharrillo?

Seguramente, del sur de Francia, arrastrado por el viento hacia el golfo de Vizcaya. En el aparato había algo más que nos inducía a creer tal cosa. Un letrero en alemán, francés, belga y danés, parece señalar la posible ruta del mismo; mas, para llegar a España, es seguro casi que el punto de lanzamiento estaría proba-

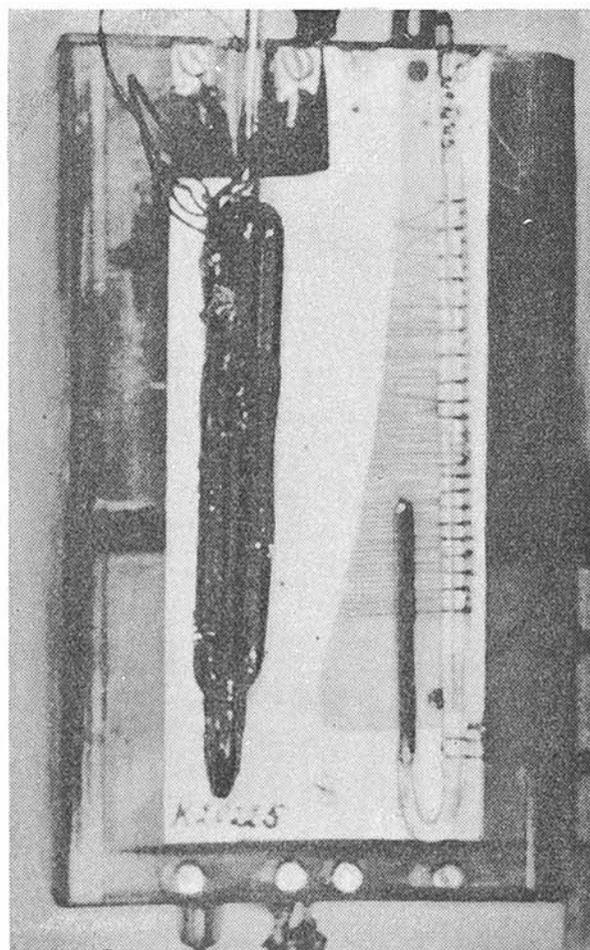


Figura 5 a) (anverso).—Termómetro seco y barómetro.

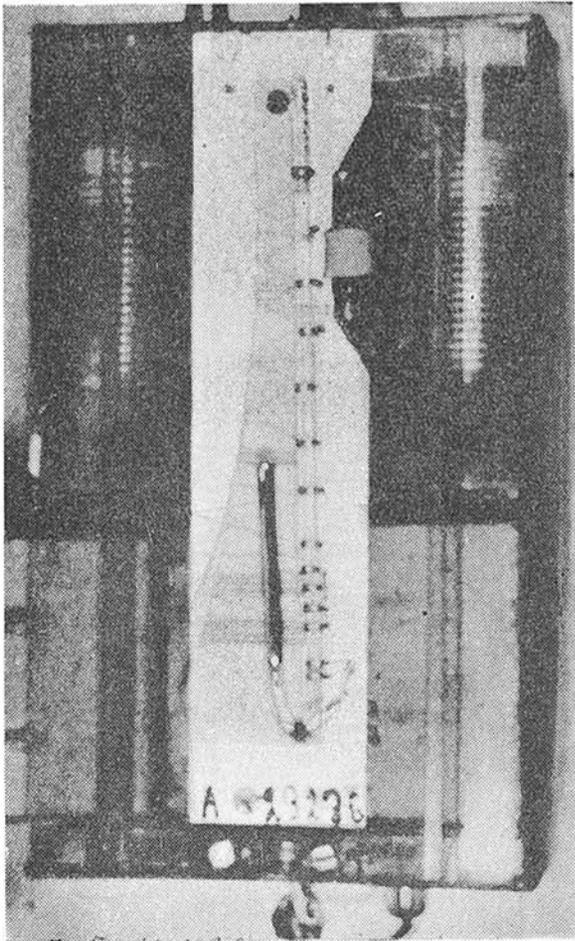


Figura 5 a) (reverso).—Termómetro húmedo.

blemente por debajo del paralelo de París, pues por encima de éste, cuantos aeróstatos se elevan son arrastrados hacia la dirección del mar del Norte e Irlanda.

¡Lástima que no pueda contarnos su largo y elevado crucero aéreo! Pero ya que esto no es posible, le arrancaremos poquito a poco sus secretos, guardados a medias bajo su cristalina cubierta.

La primera que salta a la vista es la existencia de dos antenas. Ello ya nos adelanta la hipótesis de que trabaja con dos ondas.

Pero... no adelantemos acontecimientos.

Adosados a la parte exterior de la caja, se ven dos termómetros y algo así como un cilindro plateado por su cara exterior. Abierto éste, sale de su interior un tubo doblado en cuatro partes casi iguales, y cuyo estudio dejamos para después.

La presencia de dos termómetros, uno de mayor columna que el otro, hace sospechar que constituyen un psicrómetro. ¿Es posible esto?

Indudablemente, a las grandes alturas a que sube el globo, es muy corriente la formación de hielo; en este caso, si el higrómetro fuera de cabellos, al recubrirse éstos de hielo perderían su elasticidad y quedarían completamente inutilizados.

Preciso será entonces emplear el psicrómetro que hemos adivinado.

Siendo un termómetro mayor que el otro, aquél nos dará la temperatura "seca", y el más corto, la "húmeda"; además, éste lleva envuelto el depósito de mercurio con una fina muselina.

Unas palabras aclararán lo de "seca" y "húmeda".

Si tenemos dos termómetros, uno normal y el otro con su depósito envuelto en una tela húmeda, ambos deberán marcar distintas temperaturas. El que lleva la muselina señalará menos que el otro, debido a que al evaporarse la humedad que rodea al mercurio, robará calor a este. Ahora bien: ¿de qué dependerá esta evaporación? Sencillamente, de la mayor o menor humedad del aire que rodea al aparato; esta humedad puede ser tan grande que la atmósfera esté saturada; entonces no habrá evaporación alguna, y los dos termómetros acusarán la misma graduación. En los demás casos se apreciará una diferencia, la cual, por medio de unas "tablas psicrométricas", o bien unos "ábacos", nos dará el grado de humedad.

Curioseemos un poco con lo que hemos descubierto dentro del cilindro plateado.

Después de un detenido examen, comprobamos que el citado cilindro es un "termo" inverso; o sea, con la superficie brillante al exterior; ésta tiene un poder de reflexión de 0,98, habiendo sido determinado éste con auxilio de un fotómetro.

Discurriendo con lógica, deducimos que lo que va encerrado allí es un barómetro, el cual de esta manera queda aislado de las influencias de temperatura del exterior.

Una primera medición del barómetro nos deja ver que su longitud es de unos 46 centímetros, en lugar de los 76 normales que debe tener.

La razón de esto es que el verdadero interés en el sondéo se halla a partir de los 3.000 metros de altura; a ésta, la longitud de la columna de mercurio es aproximadamente la que nos da el tubo doblado.

En el radio-sonda anterior había un cilindro giratorio, que era como el pequeño cerebro del aparato. En este otro no hay tal elemento, y, por tanto, debe emplearse un sistema completamente distinto para transformar las variaciones termométricas y barométricas en señales eléctricas.

Los dos termómetros, el "seco" y el "húmedo" (figura 6) tienen el tubo de vidrio perforado en va-

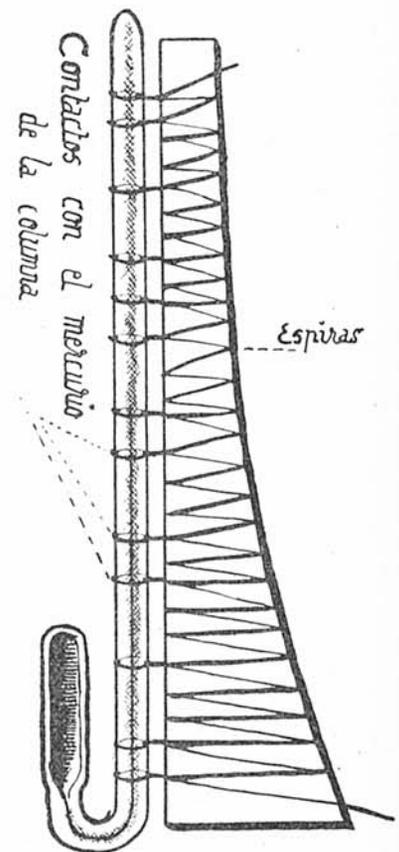


Fig. 6

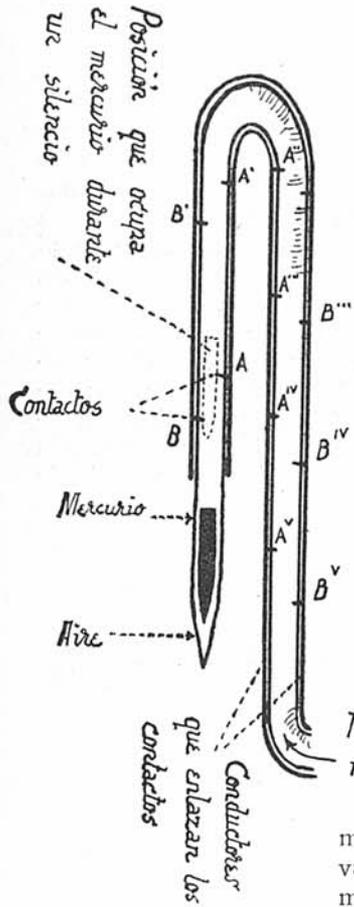


Figura 7.

rios puntos, y a través de estas perforaciones laterales entran hilos capilares que establecen contacto con la columna de mercurio. Cada uno de dichos contactos va a parar a las diversas espiras de un devanado plano que está situado junto a cada termómetro.

Según este montaje, conforme la columna de mercurio se contraiga, irán entrando en el circuito más espiras de las dichas.

Posteriormente, consideraremos las influencias eléctricas de lo anteriormente estudiado.

El barómetro puede ser de dos clases: todo él lleno de mercurio, con contactos y perforaciones laterales, o bien, construido para funcionar como un manómetro (fig. 7). En este caso lleva una pequeña columna de mercurio de poco más de un centímetro de largo en la última rama; en ella, debajo del mercurio, habrá quedado un poquito de aire.

Cuando al ascender el globo la atmósfera se enrarezca, se dilatará la pequeña cantidad de aire, empujando el mercurio y haciéndole recorrer las ramas del manómetro; éstas tienen también perforaciones, pero dobles, correspondiendo cada una a un conductor; así, al ascender el mercurio cerrará cada par de contactos A B, A' B', A'' B'', etc., de la misma manera que lo hacía el tamborcito giratorio antes citado.

Cada cierre de circuito introduce una variación en la modulación de rejilla, y se consigue así el cambio de sonido de que ya hablamos.

En la humilde opinión del que escribe, el sistema segundo de barómetro, o sea el manométrico, es mejor que el primero y hasta más lógico.

Intentaremos demostrarlo.

La acción eléctrica de los sucesivos contactos del termómetro consiste en lo siguiente:

Al introducirse las espiras variables en un circuito oscilante, éste cambia de frecuencia y, por tanto, la longitud de la onda se altera.

El observador, situado en tierra, sigue la onda recibida, y al comprobar que se le "escapa", actúa sobre

el mando de ondas, y lo hace girar lentamente; este giro se transmite por intermedio de unas palancas a un estilete, el cual inscribirá de esta manera una curva en un tambor giratorio. De tal modo hemos obtenido directamente la gráfica de la temperatura "seca". Ahora bien: como sobre la misma onda van las señales barométricas, si éstas consisten en hacer variar también la longitud de onda, se producirán una serie de alteraciones en la primera curva que complicarán grandemente su interpretación.

Por el contrario, si las señales barométricas consisten en cambios de tono, resultará que la curva de temperaturas permanecerá uniforme, y sobre ella se señalarán solamente—por ejemplo, con un trazo más grueso—las variaciones de sonido correspondientes a diversas presiones. Estas serán posteriormente comparadas con la gráfica de las mismas obtenida artificialmente, en la forma explicada para el otro radio-sonda.

En el aparato que estamos considerando, el termómetro seco y el barómetro trabajan en una misma onda: aproximadamente, de 28 metros.

Las temperaturas húmedas van portadas en la otra onda de 18 metros.

Los gonios funcionan con la onda del "húmedo", que es la que menos variaciones y perturbaciones sufre.

La mayor curiosidad del aparato emisor consiste en que la lámpara es doble; o sea, que trabaja a la vez con las dos radiaciones, y además en su interior están contenidos un par de resistencias y de condensadores, correspondiendo cada dos de éstos a cada uno de los circuitos de rejilla.

Otra de las cosas extraordinarias de estas radios son las baterías de alimentación de placa de las mismas. Estas están construidas de plexiglas, y cada elemento es un minúsculo cilindro de unos 15 milímetros de altura por ocho de diámetro.

Después de meditar un poco sobre todo lo que tú, lector paciente, has leído, debemos deducir que estos pequeños conservatorios voladores registran las condiciones atmosféricas por zonas determinadas.

Realmente no interesa a quien deba volar las temperaturas, presiones o humedades de cada metro o decena de metros, sino que los datos que desee serán los correspondientes a aquella capa atmosférica en la cual va a desarrollar su actividad. Se comprende que tales capas, dadas las velocidades y manejabilidad de los aviones, no bajarán nunca de un par de centenas de metros como mínimo de espesor.

Aquí, camarada del Aire, pone punto final a este humilde trabajo un "terrestre", el cual, si no llegó a ver convertida en realidad su gran ambición de poder acercarse de vez en cuando un poco más al cielo, como tú tantas veces habrás hecho, al menos ha tenido la alegría y hasta el orgullo de saberse leído por ojos que se han deslumbrado a menudo con la luz pura y celeste de aquellas alturas que para él quedaron vedadas.