

## Hacia una mejor realización de los instrumentos de a bordo y pilotaje

Por TOMÁS MOYANO

Teniente de Navío (A. N.), Ingeniero Aeronáutico

La evolución de los problemas a resolver

ANTE la necesidad sentida por los pilotos y navegantes de los aviones comerciales en su permanente servicio de correo y pasajeros, así como de los aviones militares que se ven obligados a navegar en adversas condiciones de tiempo con mala o nula visibilidad y atmósfera agitada, los dirigentes y los servicios técnicos de las diferentes naciones han marcado directrices a los constructores de instrumentos para que el proyecto de ellos y su agrupación en el tablero se ajuste a la realización material de un registrador ultrasensible de movimientos y reacciones. Pero a medida que el progreso de la técnica en el proyecto y construcción de motores y aviones aumenta las posibilidades de todo orden en el empleo de éstos, es más apremiante la necesidad del perfeccionamiento en los instrumentos de pilotaje y en el sistema de su interpretación. Por otra parte, la amplitud de posibilidades, así como las grandes velocidades de crucero, el empleo sin restricciones basado en la confianza en el material de vuelo y en los servicios de protección,

han llevado la preocupación a los elementos técnico-directores de las Aviaciones de las diferentes naciones, naciendo el concepto de velocidad límite para atmósfera agitada, las escuelas de velocidad y remolinos y el entrenamiento de pilotos y navegantes en cuanto a conducción y pilotaje en condiciones de tiempo que nada se parecen a las que

teóricamente rigen el comportamiento y las evoluciones del avión.

El teniente de navío Louis Aus-senac, en los muy interesantes artículos que lleva publicando sobre el asunto objeto de estas líneas en *L'Aéronautique* (así como el capitán Haya en la REVISTA DE AERONÁUTICA), hace un estudio comparativo de las realizaciones efectuadas en los diversos países que marchan a la cabeza en cuanto a Aviación se refiere:

Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Italia, Alemania, y deduce interesantes conclusiones del análisis de los movimientos del avión y de las reacciones de los instrumentos ante el conjunto de esfuerzos a que están sometidos, estimulando el interés a profundizar en este problema a todo aquel que se interesa en cuanto a navegación y pilotaje de aviones se refiere.

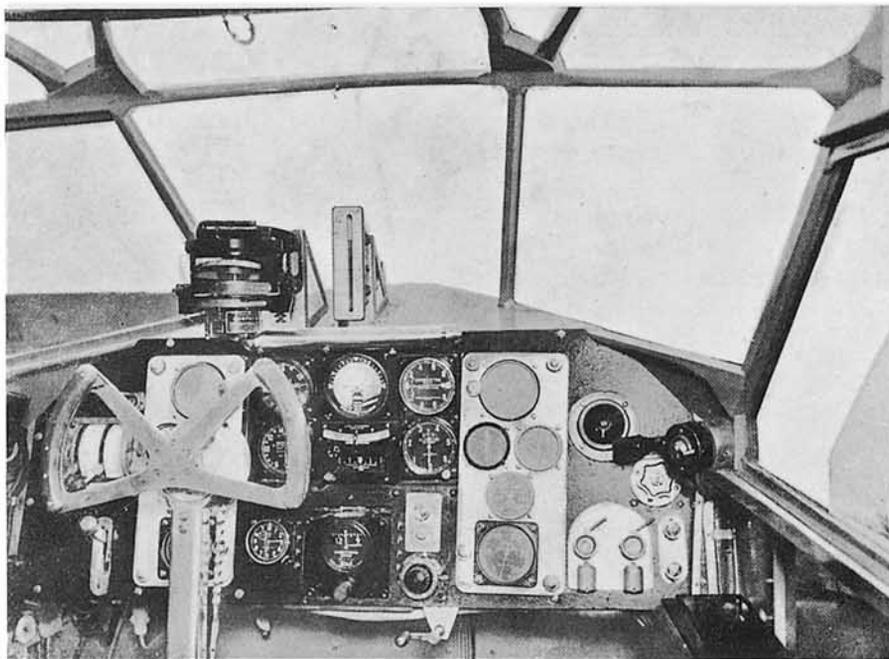


Fig. I.

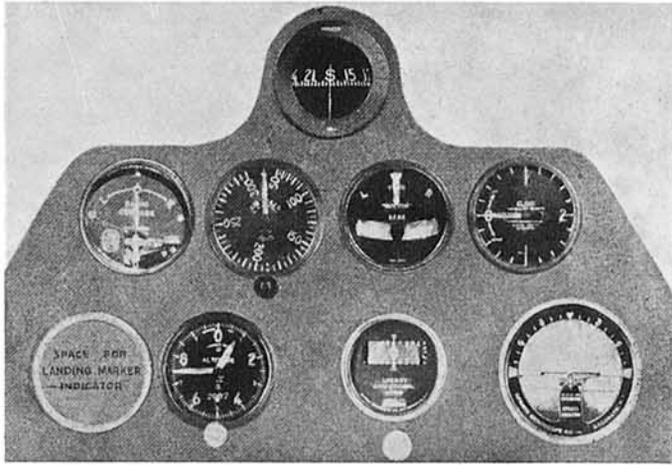


Fig. II.

**Características de los tableros de instrumentos en uso**

Del examen de los tableros con que son equipados los aviones en servicio, tanto comerciales como militares, en los países ya citados, puede deducirse que se ajustan a las siguientes características:

Francia (fig. I): modelo oficial número 40, compuesto de horizonte Sperry giroscópico, indicador de viraje giroscópico, nivel de bola transversal, anemómetro para velocidades de utilización reglable en posición, anemómetro de aterrizaje, altímetro y variómetro de tendencias, y aguja magnética; el giro-dirección Sperry complementa frecuentemente este equipo.

Inglaterra: giro-horizonte Sperry, giro-dirección Sperry o indicador de viraje e inclinación, anemómetro, variómetro, altímetro y aguja magnética.

Italia (figs. III y IV): indicador óptico de pilotaje formado de aguja magnética estatoscópica, indicador de viraje e inclinación transversal, anemómetro, variómetro y altímetro.

Estados Unidos (fig. II), (equipos *Vultee*): giro-horizonte y giro-dirección Sperry, indicador de viraje giroscópico y nivel transversal, altímetro sensible, variómetro y aguja magnética.

Alemania: indicador de rumbo, repetidor de la aguja magnética, anemómetro, indicador de viraje, variómetro, aguja magnética, mando de rumbo de la aguja magnética maestra e indicador de viraje.

España: integrador de vuelo Haya o controlador de vuelo Badin, anemómetro, altímetro, variómetro y aguja magnética.

De todos estos equipos puede considerarse el equipo oficial francés como representativo de la técnica europea y el *Vultee* de la americana. En la agrupación formada en el modelo oficial número 40 quedan claramente definidas las necesidades que se consideran esenciales para la conducción de aviones en cualquier circunstancia de tiempo; en él figura como indicador de rumbo el giro-horizonte, constituido de giróscopo y péndulo unido a él, dando las indicaciones de ascenso y descenso del avión respecto al horizonte y su inclinación lateral; inmediatamente de-

bajo va instalado el indicador de viraje e inclinación con la aguja apuntando hacia abajo, y en las columnas transversales, a la derecha, el anemómetro de crucero en la parte superior y el anemómetro de aterrizaje; en la izquierda, el variómetro y el altímetro sensible.

El tablero tipo americano puede considerarse así dispuesto, contando con la inclusión del radio-compás:

anemómetro	indicador de viraje e inclinación	variómetro
altímetro	giro-dirección	giro-horizonte
	cuadrante del radio-compás	aguja magnética

Estos instrumentos van agrupados en la parte central del tablero.

Tanto en una disposición como en otra es preciso notar que se conserva el indicador de viraje giroscópico en combinación con el nivel transversal, y en todos los sistemas se tiende a desechar en todo lo posible lo que sea coincidencia de cifras con índice, buscándose las indicaciones de tendencia de las agujas o la deformación de figuras geométricas que reducen a un mínimo el esfuerzo de interpretación; así, en el modelo francés de agujas *Inward*, una disminución de velocidad por cambio de incidencia produce un desplazamiento de las posiciones normales en

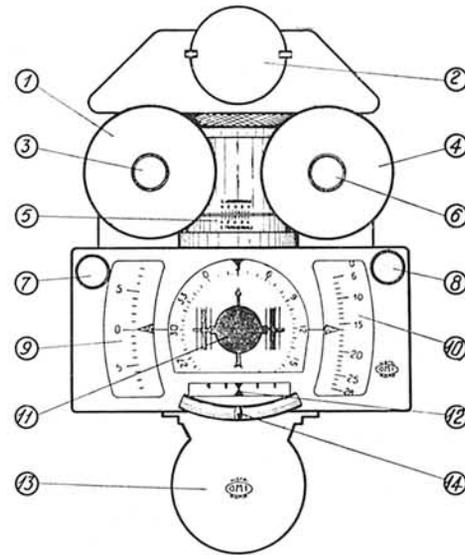


Fig. III.—1, Variómetro; 2, bombilla eléctrica; 3, mando para volver a cero la indicación del variómetro; 4, anemómetro; 5, brújula magnética con los índices de la compensación continua; 6, mando para volver a cero la indicación del anemómetro; 7, botón para la rotación de la imagen de la brújula; 8, botón para trasladar la imagen del cuadrante del anemómetro; 9, imagen del cuadrante del variómetro; 10, imagen del cuadrante del anemómetro; 11, imagen de la brújula; 12, índice del indicador de viraje; 13, indicador de viraje; 14, indicador de pendiente transversal.

sentido contrario, y en el instrumento italiano, la deformación producida en el rombo marca bien distintamente la maniobra conveniente para conservar la forma de la figura.

**Movimiento del avión y reacción de los instrumentos**

La permanencia del indicador de viraje del tipo mencionado, no obstante que se disponga del giro-horizonte, que marca giroscópicamente la inclinación transversal,

tiende no sólo a conservar la duplicidad de indicadores ante posibles *pannes*, sino que la combinación en él realizada se sigue considerando como la que más sensiblemente reacciona ante los complejos movimientos de un avión y la que más adecuada resulta para la apreciación cuantitativa del viraje, constituyendo con el anemómetro, la aguja y el variómetro, el grupo de seguridad; bien sabido es que la estabilidad propia de un avión bien concebido es de un grado tal, que sin perjudicar a la manejabilidad corrige por sí las mayores sacudidas y desviaciones con menos inercia y oscilaciones que si el piloto tratara de ayudarlo con los mandos; pero esto, que se traduce como una norma para el sistema de pilotaje, es sólo relativo, y el piloto deberá traducir de la lectura de sus instrumentos la causa o el accidente inicial origen del complejo de movimientos en que se debate el avión; bien sabido es también que todo desequilibrio lateral que haga descender un ala se traduce como una desviación del rumbo hacia el mismo lado seguida de una oscilación, y el mejor procedimiento para corregirlo es el uso del alerón del ala inclinada manteniendo el timón centrado, todo derrape a una banda va acompañado de un descenso de ala contraria, y desviación del rumbo, que se corregirá con una maniobra de alerón; es decir, que el indicador giroscópico de viraje instantáneamente, en cualquiera de las dos causas perturbadoras, derrape o inclinación, dará una indicación de movimiento anormal y la aguja seguirá movimientos paralelos a los que debe seguir la palanca para corregirlos. En el instrumento Pioneer de aguja apuntando arriba puede suponerse la mano actuando sobre la punta de la aguja como si se hiciera sobre la palanca para centrar; esta facilidad en la interpretación de la maniobra y la posibilidad de conocer con este instrumento la desviación y la cuantía de ella le hacen el más apropiado para interpretar los cambios de estabilidad del avión y la inclinación del viraje; éste es bien sabido que en la tendencia americana de vuelo a los instrumentos, ampliamente generalizada, se verifica iniciándolo con alerones cuya acción dará el radio del

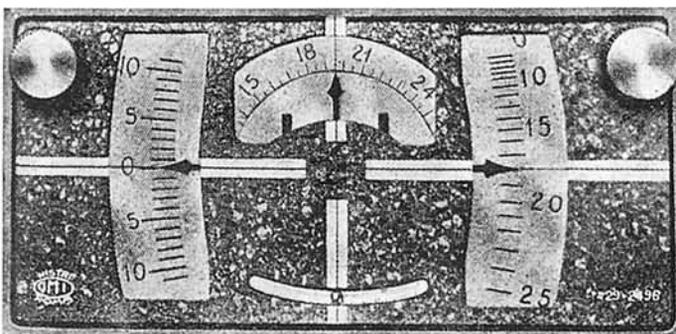


Fig. IV.

viraje; se detendrá la tendencia con el timón y se centrará la bola con los alerones; todo ello es, en resumen, apreciar en el indicador de viraje las evoluciones que hace el aparato y las reacciones de maniobra del piloto, es decir, ligar el movimiento de la aguja a la palanca siguiendo

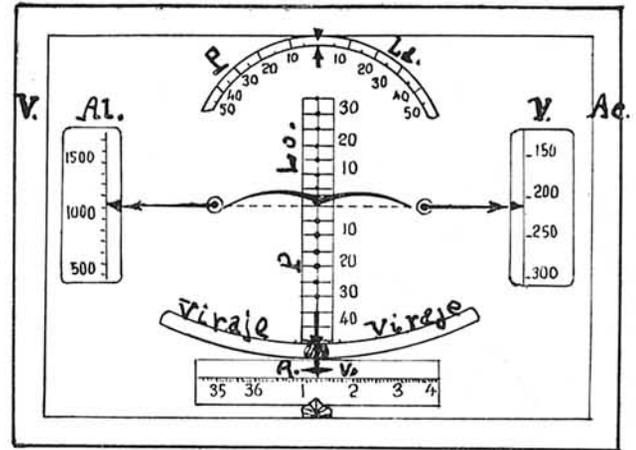


Fig. V.—Proyecto del teniente de navío Aussenac. Indicadores de altura y de velocidad de tendencias; a una y otra banda, acelerómetro y variómetro; el primero determinando la velocidad límite admisible en atmósfera agitada en relación con la mínima de sustentación.

movimientos correlativos, procedimiento acertado, puesto que tanto la inclinación del viraje como el desplazamiento de la aguja son proporcionales a la velocidad angular.

Ahora bien: no debe perderse de vista que en el vuelo ciego o a los instrumentos, el dato primordial a obtener es, conjuntamente con el conocimiento de la desviación, el valor de la velocidad con que se efectúa, y que es preciso disponer de indicaciones relativas o tendencias, tanto de velocidad como de incidencia, que el anemómetro actualmente no suministra, y que a las velocidades de utilización de los aviones es preciso disponer de instrumentos cuyas indicaciones determinen reacciones apropiadas para restablecer el equilibrio del avión, y todo ello a un ritmo tanto más acelerado cuanto mayor es la velocidad con que aquél se mueve o más intensos son los movimientos desordenados de la atmósfera.

**Comportamiento de los instrumentos en condiciones especiales**

Un avión sometido a continuos cambios de asiento, con movimiento de balance, cabezada y guiñadas, se comporta como un cuerpo con 6 grados de libertad, y las masas de a bordo, bajo la acción de aceleraciones y fuerzas de inercia y movimientos vibratorios forman un complejo de circunstancias que dificultan el problema de los instrumentos. Bien claramente da idea del medio en que se desarrolla en ocasiones el pilotaje del avión y de las condiciones en que deben trabajar los instrumentos, el siguiente relato del capitán Thoret, especialista del vuelo en atmósfera agitada: "A bordo de un *Bréguet 27* con motor de 500 cv., un equipo formado por excelentes pilotos militares franceses trataban de franquear los Alpes; encajonados en un valle de 2.500 metros de altura bajo fuerte viento del Noreste que descendía de las crestas vecinas y encauzado por los desfiladeros se rebatía en él, eran tan fuertes los remolinos y las sacudidas y tal la violencia del rebatimiento que el avión a plenos gases no logró tomar altura para franquear el paso, aun sobrándole potencia más que suficiente para ganar altitud, puesto que el paso en cuestión

estaba situado a una altura inferior en 4.000 metros al techo del avión." Esto, que da idea de la energía de las corrientes que sacuden a los aviones sometidos a ellas y se traduce en rapidísimos descensos y en violentos cambios de posición, para lo que los esfuerzos creados están fuera de los límites de todo cálculo de construcción, pone el problema de los instrumentos en una fase de cruda realidad

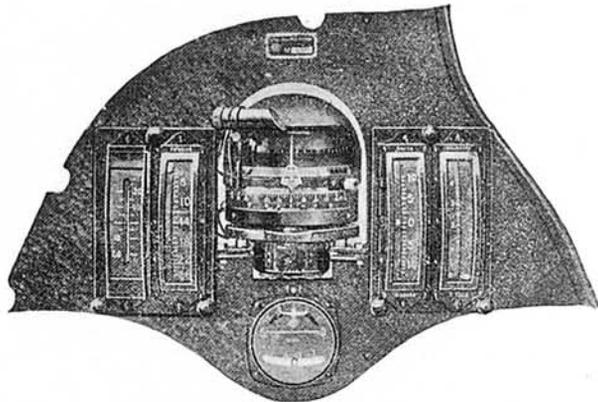


Fig. VI.

que se agiganta ante las modernas conquistas de la velocidad. ¿Qué grado de aptitud tienen los actuales instrumentos ante estas circunstancias? La aguja magnética, en general base de toda orientación, bien sabido es que se comporta como un péndulo y en consecuencia está sometida a la acción combinada de la gravedad y la aceleración; la primera mantiene la rosa horizontal; la segunda, debido a una fuerza que tiene una componente en un plano inclinado, tiende a separarla de esa posición y, en consecuencia, bajo su acción las indicaciones de la aguja serán erróneas, dependiendo el error, entre otros factores, de la velocidad del avión, del período de oscilación de la aguja y de la resistencia del medio en que se mueve la rosa; un avión que vuela siguiendo una trayectoria aparentemente recta está generalmente sometido a una serie de más o menos regulares oscilaciones, balanceándose y encabritándose, cuya amplitud y período depende de varios factores, entre los que se cuentan las condiciones atmosféricas, el tipo de avión y la habilidad del piloto. Si el avión vuela a un rumbo de denominación Norte, estas oscilaciones pueden considerarse como una serie de pequeños virajes a rumbos Norte, y si su período está próximo o en coincidencia con el de la aguja, la resonancia puede producir grandes oscilaciones para pequeñas propias de la rosa; la continuidad de estos movimientos, debido en parte a virajes y en parte a aceleraciones, causa la desviación de la aguja del meridiano impidiendo que pueda mantenerse el rumbo del avión bajo las indicaciones de este instrumento, y es preciso tener en cuenta que las aceleraciones crecen con el margen de velocidad entre la mínima de sustentación y la de crucero, y que los grandes períodos de las agujas que se oponen a un movimiento oscilatorio producen la pereza de ella; así como también es sabido que en las agujas de líquido, la interacción del líquido y las paredes del mortero crean una fuerza de arrastre de valor

de  $3mg$  o superior, aumentando este efecto paralelamente a la velocidad. En la inutilidad de la aguja de mantener por sí sola la dirección del vuelo y la extrema sensibilidad del indicador de viraje, los tableros de instrumentos incorporan el giro-dirección, facilitando de este modo la ejecución de cualquier cambio de rumbo y el mantenimiento de él; pero las indicaciones de este dispositivo, cuyo giróscopo está sometido a un movimiento de precesión, exigen un contraste frecuente con la aguja; los instrumentos que controlan la estabilidad del avión, giro-dirección con giróscopo de eje horizontal y giro-horizonte formado por giróscopo pendular, están bajo el comportamiento del sistema sometido a movimientos complejos y de difícil registro en vuelo, y los indicadores de nivel accionados por la gravedad están a su vez sometidos al efecto combinado de los esfuerzos centrífugos y de las aceleraciones, dando en consecuencia indicaciones tan complejas que son en absoluto inservibles para mantener la estabilidad de su avión.

Los horizontes giroscópicos, trabajando bajo violentas perturbaciones tienen un tiempo de utilización relativamente débil, del orden de diez a catorce minutos, exigiendo una puesta en cero frecuente, y el giro-dirección da indicaciones contrarias y origina maniobras indebidas si el avión se encuentra en el centro de una perturbación en cuyo seno existen verdaderas olas aéreas de períodos, amplitudes y direcciones tan desconcertantes e instantáneas que escapan a todo control; sometidos los giros a las fuertes aceleraciones de una región de intensa agitación y suponiendo que mantienen rígidamente su posición en cuanto la estabilidad de profundidad, están no obstante

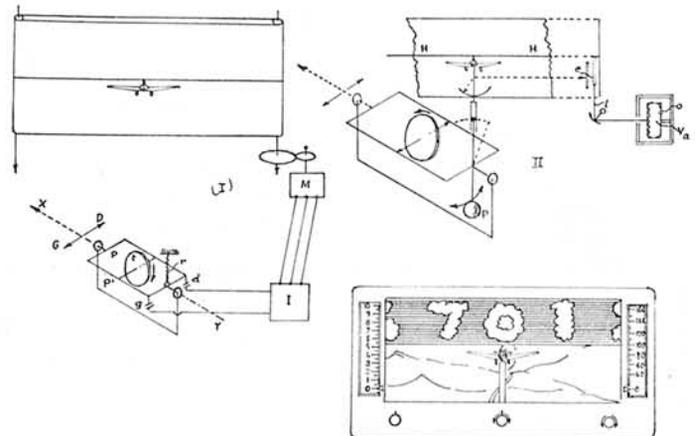


Fig. VII. — (I) Mando del movimiento de viraje indicado por el desplazamiento de la muestra móvil. Todo giro del avión hacia la derecha *D* o hacia la izquierda *G*, produce un efecto de precesión del giróscopo y establece un contacto en *d* o *g*, poniendo en marcha la muestra hacia derecha o izquierda. (II) Mando del movimiento de profundidad del avión por medio del variómetro *Va* que, ligado a la proa de él, varía su inclinación respecto a la línea de horizonte *HH*. (II) Mando de inclinación lateral por el efecto del péndulo *P* unido a un giróscopo.

continuamente bajo la influencia de las componentes laterales del esfuerzo de torsión y de la oscilación, que producen movimientos complejos de difícil representación y que hacen inevitable una puesta en cero quizás en momentos en que más precisas son sus indicaciones.

Las indicaciones de inclinación relativa que son precisas para el pilotaje no son dadas por el giro-horizonte, que

únicamente suministra variaciones de inclinación absoluta que no corresponden al movimiento real del avión que se verifica no sobre una superficie plana, sino sobre una ondulada que ciertamente es a lo que dan lugar los movimientos de la atmósfera.

Nuevas realizaciones

Ante este estado del problema y la difícil resolución de los inconvenientes que han sido apuntados, las modernas concepciones de indicadores de vuelo tienden a perfeccionarse, estimulando los reflejos del piloto mediante reacciones apropiadas que permitan restablecer el equilibrio del avión tanto más de prisa cuanto que el avión es más rápido y mayor sea la agitación atmosférica, eliminando todo esfuerzo de interpretación; se orientan también al conocimiento del sentido, la velocidad y la magnitud de toda desviación o giro, así como de toda perturbación del régimen de vuelo por el valor de las aceleraciones de los movimientos, estableciendo la distinción de los regímenes de utilización. Manteniéndose la alianza entre el pilotaje a las fuerzas y sus indicaciones de tendencias, mediante el grupo de instrumentos de seguridad (anemómetro, indicador de viraje, nivel y aguja) con el de las posiciones (giro-horizonte, ejecución del viraje, giro-dirección, cambio de rumbo, indicador de incidencia o variómetro, cambio de altura), se introduce una nueva orientación en el pilotaje teniendo en cuenta las aceleraciones, es decir, pilotando a la inercia.

En el examen de algunas de las modernas realizaciones se nota una franca tendencia a las escalas verticales para los indicadores de velocidad y de altura y para los de tendencias de estos datos; tanto en el proyecto del teniente

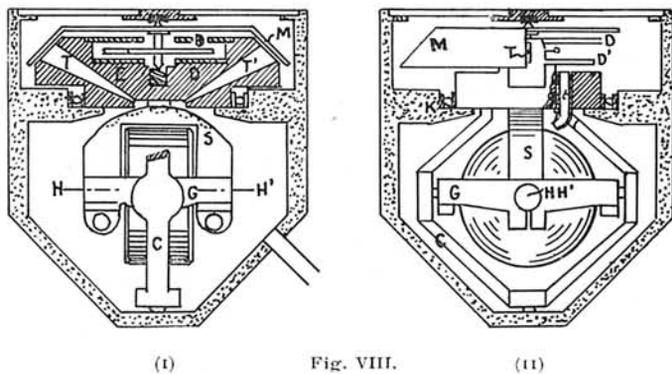


Fig. VIII.

de navío Aussenac (fig. V), como en las concepciones italianas de la Ottico Mecanica (fig. VI) y el Flight Integrator (fig. VII), que marcan nuevas ideas en la disposición clásica de los conjuntos de instrumentos. Es quizás de todos ellos el último la realización más afortunada y la que más se aproxima a la formación de un horizonte natural (fig. VII); una imagen del avión aparece en el centro de una muestra en la que está representada la línea del horizonte separando las superficies representativas del

cielo y de la superficie terrestre; este avión está accionado por un giro-péndulo, inclinándose a derecha e izquierda según la inclinación lateral del avión; éste se mueve también variando su inclinación longitudinal respecto a la línea de horizonte bajo la acción de un manómetro ligado a él por medio de palancas articuladas funcionando acordes con el cambio de incidencia; finalmente, la muestra, que está constituida por una tela sin fin, se desplaza a derecha o izquierda ante la vista del piloto respecto al

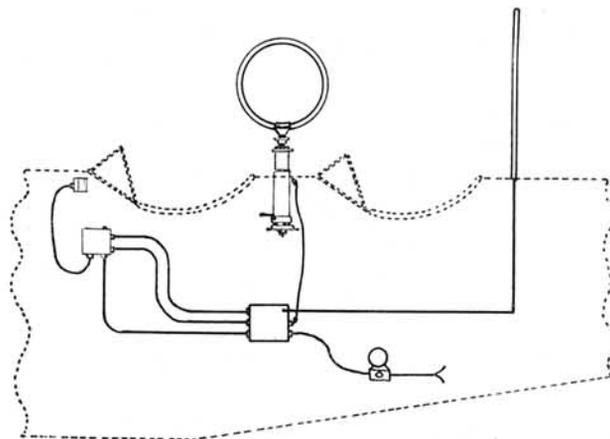


Fig. IX.

avión, correspondiendo el movimiento real de éste al mismo sentido indicado; en efecto, cualquier giro del avión produce un efecto de precesión del giroscopo estableciendo un contacto que pone en marcha la muestra en el sentido correspondiente. Las escalas verticales a ambos lados del cuadro corresponden a alturas y velocidades; en este indicador se han logrado en grado muy aproximado las condiciones ideales requeridas en una agrupación de instrumentos, es decir, los diversos indicadores se encuentran condensados en uno solo, se obtienen referencias idénticas a las observadas en un vuelo con horizonte y se observan de una manera normal el sentido de los virajes, la inclinación lateral y la longitudinal; estimula los reflejos habituales del piloto en ausencia de toda interpretación, y pueden, por último, obtenerse indicaciones de los movimientos aun en el caso de fallar algunos de los dispositivos.

En otras concepciones se observan como principales novedades la duplicidad de anemómetros para las velocidades de crucero y aterrizaje, la duplicidad de indicadores de viraje y la de altímetros, y la importancia concedida al conocimiento de las tendencias. La existencia de dobles, más que factor de seguridad ante el fallo de uno de los simples es debido al comportamiento de los instrumentos en el margen de posibilidades que hoy día pueden realizar los aviones.

Otro factor a tener en cuenta en la concepción de tableros y sobre el que se han efectuado interesantes investigaciones es la determinación de las características del comportamiento de los instrumentos ante los esfuerzos vibratorios a que están sometidos. La Sperry Gyroscope ha llegado en sus investigaciones a dar determinadas normas

para amortiguar dichos efectos, que pueden resumirse en lo siguiente: el tablero debe ser lo suficientemente rígido y duro para prevenir las vibraciones de flexión, dándosele un espesor tanto mayor cuanto mayor sea la longitud del tablero y mayor la distancia de los puntos de suspensión o apoyo; la distribución en el tablero debe ser tal que los pesos queden distribuidos simétricamente, tratándose de evitar de esta manera el efecto de la vibración de la masa del lado más pesado. Los amortiguadores empleados para insensibilizar el tablero deben ser montados en un plano paralelo al del tablero o coincidente con él. Se ha determinado que la mejor manera para desarrollar las cualidades elásticas de un material usado como aislante es cargarlo de modo que el esfuerzo principal sea cortante. Todas las conexiones de instrumentos se efectuarán mediante manguitos de goma flexible y tuberías flexibles.

La iluminación de los tableros es también objeto de la preocupación de los técnicos; como normas de generalidad se recomienda lo siguiente: en todo sistema de iluminación bien concebido deben disponerse reóstatos individuales para los instrumentos de estabilización, anemómetros y aguja que contribuyan al más eficaz rendimiento y eficiencia de ellos, suministrándoles una intensidad de luz que pueda ser controlada a voluntad del usuario y en modo tal que pueda seleccionarse la iluminación más conveniente para vuelos de noche o vuelo a los instrumentos, en cuyas circunstancias necesita el piloto una especial y adecuada iluminación de los instrumentos; es desde luego indicado el empleo de luz difusa reflejada sobre las muestras, en las que se eligen los colores negro opaco en la parte exterior y blanco esmaltado en la interior, cuidándose también que las muestras sean completamente visibles al observador para las visuales dirigidas a ellas desde la posición normal sin que los bordes que contornean las muestras impidan la total visión de ellas.

#### Nuevos tipos de indicadores de orientación

Conservándose la aguja como elemento esencial de orientación y siendo la magnética la que sigue mereciendo la preferencia en la elección de los procedimientos de orientación en cuanto a seguridad de funcionamiento, peso y dimensiones, se trata de corregir los defectos inherentes al sistema que, como ya se ha dicho, son el error Norte de giro y los producidos por las aceleraciones, la oscilación, el arrastre del líquido, los efectos vibratorios, etcétera. Las propiedades del giróscopo empleadas hace largo tiempo en la navegación marítima para marcar la dirección del Norte del mundo han sido también aplicadas en las agujas aéreas giroscópicas, cuyo precio, peso y volumen han determinado hasta ahora su poca generalización, pero existen sin embargo otras posibilidades del giróscopo que mejoran el comportamiento de la aguja magnética, eliminando los errores inevitables de que adolecen en las navegaciones de las características de las actuales (fig. VIII). Una al parecer afortunada concepción fundada en estos principios es la llamada giro-aguja de director magnético *Delsuc*, aun en vías de adaptación; en ella el giróscopo

determina al elemento director magnético, rosa e imanes una velocidad de desplazamiento lo suficientemente débil para que, una vez desplazada de su verdadera orientación, en el campo magnético terrestre dicha velocidad haga que el error de lectura sea inapreciable. Esta es la idea fundamental, y en la realización de ella se cumplen las siguientes condiciones: el dispositivo empleado no produce ninguna reacción mecánica del elemento magnético que sea susceptible de falsear la indicación de la aguja; la sollicitación del elemento magnético se efectúa con un período suficiente para que en un viraje aun de larga duración el error de indicación sea inapreciable; la velocidad de sollicitación es constante e independiente del desplazamiento del elemento magnético; la sollicitación es continua y no intermitente, y el dispositivo no lleva ninguna pieza susceptible de influenciar el elemento magnético.

Su modo de funcionamiento es el siguiente: ligado al equipo magnético va un cuadro accionado por el eje de un giróscopo de eje horizontal y en el plano vertical del conjunto; orientado el equipo magnético en la dirección del Norte magnético, si por una causa exterior perturbadora es separado de esa posición, lo efectuará con una velocidad determinada por la de precesión del giróscopo, escogida lo suficientemente débil para que el desplazamiento de la aguja no tenga tiempo de hacerse sensible, y, en consecuencia, en el instante en que termina la causa aceleratriz exterior el equipo vuelve instantáneamente a la dirección del Norte magnético.

En el tablero de instrumentos de algunos de los modernos aviones de transporte figura también como elemento de orientación o navegación el cuadrante del radio-compás (fig. IX), cuyo empleo tiende rápidamente a generalizarse y cuyo dispositivo puede considerarse en cierto modo un instrumento de navegación especialmente apto para la navegación en mal tiempo y en vuelos sin visibilidad; la parte del dispositivo que forma equipo con los demás instrumentos de navegación y pilotaje consiste sencillamente en un cuadrante con una línea de fe y dos marcas de derecha e izquierda sobre el que se mueve una aguja dando indicaciones sobre las desviaciones del rumbo a que se debe navegar, previamente registrado. El instrumento en sí consiste simplemente en un conjunto radio compuesto por un receptor propiamente dicho montado en un lugar conveniente del avión, una caja con mando a distancia para sintonización al alcance del piloto o navegante y una antena de anillo fija o giratoria con escala graduada en la base para recepción y marcaciones. El piloto, una vez determinadas las características de la emisión de una de las estaciones locales del punto de arribada, regla su recepción y conecta con el indicador de rumbo; si el avión y el cuadro están en la enfilación del punto, la aguja de la muestra permanece en cero y una desviación del rumbo está indicada en sentido por el desplazamiento de aquélla. Como buscador de cuadro móvil es posible determinar con este dispositivo marcaciones; este dispositivo tiene la indudable ventaja de poder utilizar las transmisiones corrientes de concierto, evitando la atención fatigosa de los radio-faros y su alcance de recepción puede considerarse ya de un orden elevado.