

Cabinas estancas

Estructura y detalles constructivos

Este artículo constituye un complemento del que apareció sobre este mismo tema en nuestro número anterior, y ha sido extractado de un artículo de C. Heubes, publicado en "Forces Aériennes Françaises".

Detalles de la estructura.

En los aviones en que la diferencia de presión de la cabina respecto de la atmósfera es pequeña, la estructura no presenta problemas complicados. Podemos citar el caso del Spitfire: la presión diferencial en la última versión se eleva a 180 gr/cm^2 , y no ha habido que reforzar los lados del fuselaje con relación a los de tipo no acondicionado. Igualmente, el Mosquito ha sido acondicionado a la presión de 140 gr/cm^2 , sin tener que reforzar grandemente su estructura de madera, que es muy ligera.

Cuando la presión diferencial es grande (de 350 a 530 gr/cm^2) las condiciones no son ya las mismas. El fuselaje debe resistir bien

los esfuerzos suplementarios debidos a la presión. La estructura más lógica para una cabina estanca es la forma cilíndrica de extremidades esféricas, por ser la más resistente para un peso dado. Si se desea un fuselaje más alto que ancho, hay que acercarse lo más posible a la sección recta circular.

La deformación de la cabina bajo el efecto de la presión debe ser estudiada desde dos aspectos: El de la resistencia mecánica y el de la impermeabilidad. Es necesario que las diversas aberturas se acomoden a la deformación de las paredes, sin perjuicio de la impermeabilidad. Además, si la cabina sufre deformaciones importantes a causa de la flexión, el problema de las juntas de los tabiques estancos se hace más delicado. Ha-

ce falta entonces aumentar la rigidez de la cabina conservando su ligereza. En el capítulo siguiente examinaremos la cuestión de la impermeabilidad con más detalles. Cuando la presión externa es superior a la presión interna, se presenta otro problema de estructura. Se presentan estos fenómenos cuando se desciende rápidamente. Se admite, generalmente, que no debe pasarse de 35 gr/cm² de aumento de la presión exterior sobre la interior.

La mayor parte de los salientes que se encuentran en un avión moderno son de plexiglás. Para que tengan una buena rigidez y resistencia hay que cuidar de la construcción de estas partes. Muchas veces se procede al moldeado de un borde convexo de la periferia y se coloca el aparato en la posición debida por medio de una llanta metálica.

Aberturas lanzables, escotillas y piezas análogas.—La puerta u otra pieza lanzable debe desprenderse de todas las demás piezas del avión una vez que ha quedado en libertad, de modo que no cause ningún peligro para el piloto. Esta condición debe comprobarse que se da, sean cualesquiera las velocidades, altitudes y presiones diferenciales de vuelo.

El mecanismo largable no debe estar instalado en la parte que ha de lanzarse al espacio, y debe ser factible de manejarse con facilidad en todas las condiciones de carga, hasta las cargas aerodinámicas máximas, combinadas con la presión máxima normal de la cabina.

Piezas que aseguran la visibilidad.—En una cabina estanca los diversos materiales de plexiglás o de cristal que se utilizan son, en general, más gruesos que los empleados en una cabina corriente. De este modo pueden resistir a la presión sin provocar una deformación. En las cabinas de pequeña presión diferencial el espesor de los cristales es de 6 a 8 milímetros. Este espesor, al ser mayor, ayuda a reducir el ruido del avión.

En los aviones para vuelos a gran velocidad hay que tener en cuenta la succión que provoca un esfuerzo suplementario sobre el parabrisas. Cuando se llega al número Mach 0,8, este esfuerzo puede llegar a ser igual que el debido a la presión, e incluso

superarlo. La utilización de cristales que tienen entre sí una capa de aire seco exige una construcción de célula muy cuidada para tener la seguridad de que resiste bien las fuerzas de presión y succión.

Cuando haya que disponer unos tornillos que tengan que atravesar el parabrisas, hay que pulir cuidadosamente los agujeros que se efectúen para ello, con objeto de evitar el astillado. Además se pueden utilizar unos agujeros bien pulidos con unas fundas de goma a la medida, para que permitan las variaciones de la dilatación resultantes de las variaciones de temperatura. Esto evita la rotura de cristales correspondiente; así como la debida a las vibraciones o a la flexión de la cabina durante el vuelo. Las fundas de goma sintética pueden entrar en reacción química cuando se ponen en contacto con el plexiglás.

Impermeabilidad al aire

Este capítulo tiene por objeto dar una idea de los problemas que ofrece la impermeabilidad, y encontraremos en él algunos detalles acerca de los conocimientos actuales, junto con la mejor solución que pueda darse a los distintos problemas que se presentan.

En la construcción de una cabina estanca se debe buscar, ante todo, la manera de reducir las fugas hasta un punto inapreciable. Se sabe que tratándose de un avión provisto de piezas móviles, mandos, etc., este ideal es difícilmente realizable, e incluso imposible. En realidad, para conseguir una buena impermeabilidad se tiene la tendencia a aumentar considerablemente el frotamiento en las guías. Esta solución resulta inaceptable para los mandos de vuelo. Por consiguiente, se debe reducir al mínimo todas las fugas que provengan de la propia cabina, enchufes eléctricos, etc. De este modo se puede confiar en poder evitar las fugas totales de gran importancia.

No basta con asegurar que las fugas cuenten con un mínimo aceptable en el momento en que se verifican las pruebas en tierra. Por ejemplo, cuando se verifica el despegue de un avión se produce una deformación de la cabina debida a las fuerzas que actúan sobre ella. El agente que haya de asegurar la impermeabilidad de la cabina debe conservar su eficacia cuando ocurren

estas deformaciones. Además, toda guía de mando debe ofrecer una impermeabilidad perfecta cuando está en reposo y una fuga lo más reducida posible cuando se desliza o gira. De la misma manera las dilataciones o contracciones debidas a las variaciones de la temperatura o a las vibraciones normales del motor y de la hélice pueden comprometer gravemente una impermeabilidad que ha demostrado ser perfecta cuando se ha ensayado en condiciones estáticas. Y por último, con igual cuidado hay que tener en cuenta la acción, en los productos impermeables, de los agentes disolventes, tales como carburantes, aceites y demás líquidos que hay a bordo del avión.

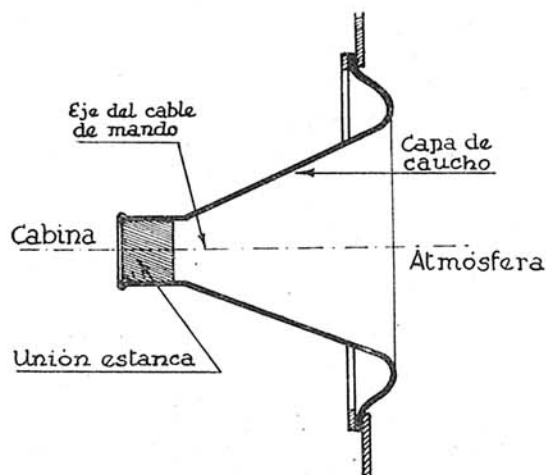


Fig. 1.

Estructura de la cabina.—En la construcción de una cabina estanca hay que esforzarse por conseguir la impermeabilidad de las paredes, de las uniones de estas paredes, etcétera, sin emplear agentes impermeabilizantes. La experiencia ha demostrado esta posibilidad. Sin embargo, la suma de pequeñas fugas que pueden aparecer puede ser grave. Además, la flexión de la estructura durante el vuelo nos lleva a la disminución de las cualidades de impermeabilidad y, por consiguiente, se ve la necesidad de emplear un material interpuesto, flexible, que mantenga íntegramente la impermeabilidad de la cabina durante largo tiempo.

El único método verdaderamente práctico para impermeabilizar una cabina de avión consiste en incluir, dentro de la junta remachada, una cinta de hilo o un líquido apro-

piado una vez que se termine la cabina. Este último método ofrece algunos inconvenientes, como, por ejemplo, lo difícil de su producción.

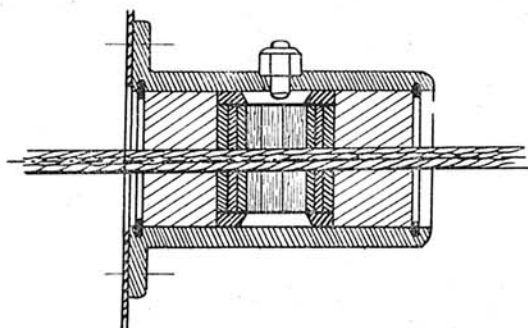


Fig. 2.

Un producto bien adherente debe reunir una serie de condiciones, como son: Su flexibilidad debe ser independiente de la temperatura (baja o elevada) o del tiempo que hace que se aplicó la capa. Se debe poder aplicar con pincel y ser insensible a la acción del carburante, del aceite o de otros líquidos que haya a bordo del avión.

Mandos de vuelo.—Hablando en términos generales, diremos que no hay más que una sola manera de instalar los mandos (tubos o cables) que asegure la impermeabilidad. Esta manera consiste en atravesar los tabiques por medio de juntas de goma, como la de la figura 1.

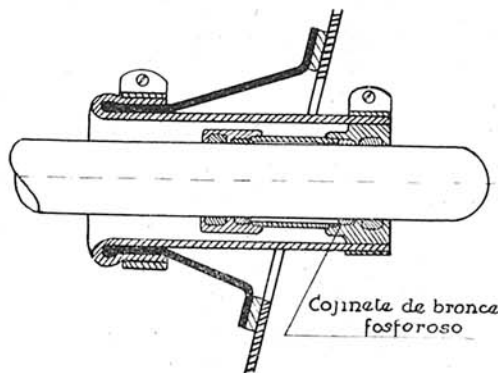


Fig. 3.

Una junta de este tipo asegura una impermeabilidad perfecta, y permite realizar todos los movimientos con un mínimo de resistencia. Desgraciadamente es muy propenso a averiarse. Si se rompe la junta por desgaste, da lugar a una grave fuga de aire.

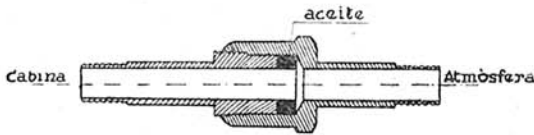


Fig. 4.

Para asegurar corrientemente la impermeabilidad de un paso de mando se emplean guías especiales, como se ve en las figuras 2 y 3.

Todos ellos tienen de común que utilizan el mismo principio, haciendo uso de la grasa y del apilamiento de platillos o discos para asegurar la impermeabilidad de la junta. Se les puede mejorar colocando el cable en un tubo de frotamiento suave, cuando atraviesa los tabiques. Hay que mantener la guía bien engrasada para asegurar la impermeabilidad y reducir al mínimo el frotamiento.

Se necesita una grasa insensible a las variaciones de la temperatura, incongelable, y que se mantenga bastante viscosa en climas tropicales. Todos estos sistemas de mando

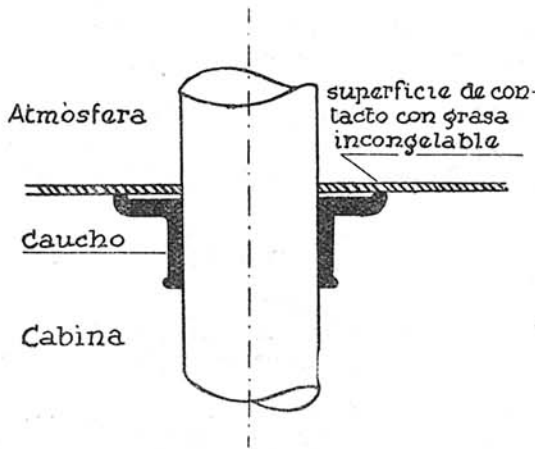


Fig. 5.

están, más o menos, sujetos a rotura, como se ha indicado en los casos de las juntas de caucho. Sin embargo, este riesgo es reducido.

Los tubos rotativos de mando suministran un medio mucho más sencillo y eficaz de asegurar la impermeabilidad. Se recomienda mucho emplear este género de conducción, siempre que sea posible hacerlo sin un esfuerzo considerable. Las figuras 4 y 5 presentan algunos ejemplos de estos.

Puertas y ventanillas corredizas.—Estudiarémos primeramente el caso de los elementos de la estructura que pueden deslizarse o que se abren hacia el exterior. La presión de la cabina tiende continuamente a sacarlas de su sitio. Para solucionar esto se cuenta

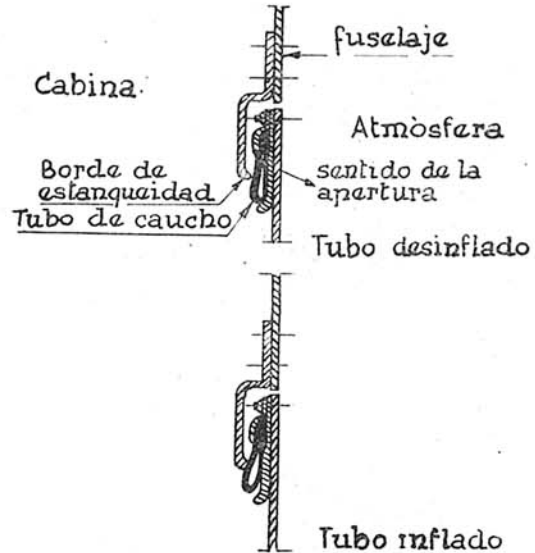


Fig. 6.

con un nuevo procedimiento, que utiliza un tubo de goma que pueda dilatarse. Cuando está en la posición de cerrado se hincha y asegura una impermeabilidad perfecta, como se indica en la figura 6. Con este dispositivo, la presión de la cabina contribuye a la aplicación de la goma sobre el borde convexo. Para hinchar de aire se puede utilizar un tubo Pitot, colocado dentro del conducto que lleva el aire a la cabina. La presión dinámica, debida a la velocidad, es suficiente para asegurar que se llena de aire.

Examinemos ahora el caso de las puertas que se abren hacia el interior. La presión interior favorece considerablemente la aplica-

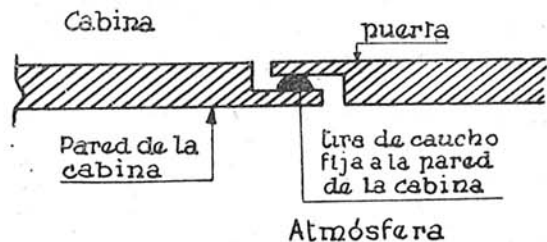


Fig. 7.

ción de las puertas en su sitio, y la impermeabilidad queda, con ello, fácilmente asegurada. Hay dos métodos que aseguran la impermeabilidad de las puertas. En el primero se utiliza una especie de asiento de caucho blando, como se ve en la figura 7,

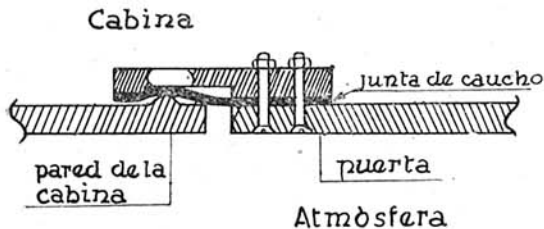


Fig. 8.

y en el segundo una especie de válvula de goma, como se ve en la figura 8. Este tipo da mejores resultados. Se acomoda mejor a las pequeñas deformaciones del asiento.

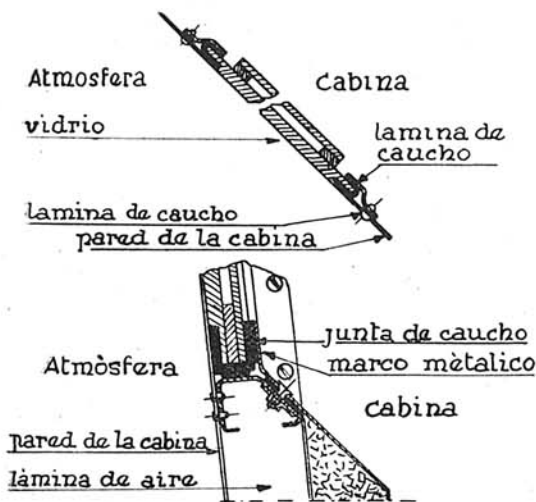


Fig. 9.

Medios que aseguran la visibilidad

No hay más que un solo método bueno de montar los medios de visibilidad, y es que sean planos o ligeramente bombeados. La figura 9 expone el principio de este método: instalar el cristal en un cerco de caucho y fijar todo ello por medio de un marco metálico.

Las cubiertas de plexiglás presentan un problema un poco diferente, debido al fuerte impulso engendrado por la presión inte-

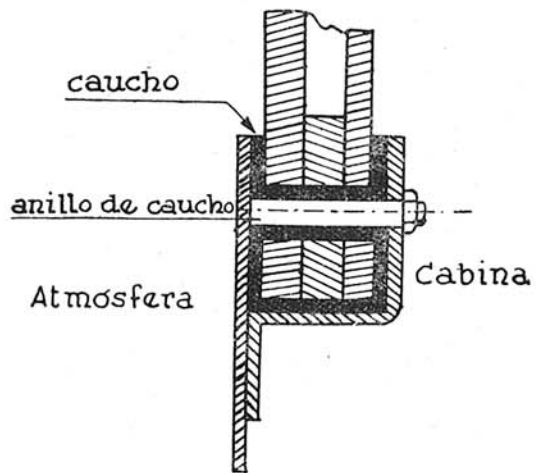


Fig. 10.

rior. Hace falta fijar el plexiglás en el marco. Las figuras 10 y 11 nos ofrecen dos soluciones para asegurar la impermeabilidad del sistema; en la primera de ellas se hace por medio de una sujeción por remaches.

Hay que tener presente que el parabrisas se debe poder abrir en caso de necesidad, incluso aunque quede cierta presión residual en la cabina. Tengamos también en cuenta que esta necesidad está satisfecha por la condición de que un parabrisas de este tipo se puede abrir en caso de escarcha.

Visibilidad en la cabina estanca

Un avión de cabina estanca debe estar provisto de todos los medios clásicos destinados a mantener una buena visibilidad, pero se

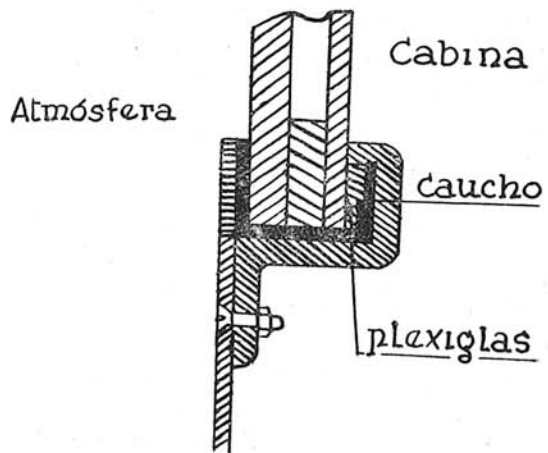


Fig. 11.

presentan ciertos problemas en las altitudes más elevadas, con temperaturas muy bajas y velocidades de ventilación más lentas que se tienen en el empleo de las cabinas es-lancas.

La protección que puede disponerse es relativa, sobre todo contra el vaho y la escarcha internos. En efecto, una ventilación más lenta favorece el aumento de la humedad en la cabina, y las bajas temperaturas de la atmósfera favorecen un descenso de la temperatura de la cara interna del parabrisas. Un humedecimiento artificial favorece aún más el peligro de la formación de vaho en el interior.

La apertura de un parabrisas de visión directa no permite mantener una presión diferencial en la cabina. En los aviones civiles es necesario controlar la presión hasta el suelo, lo que impide la apertura del parabrisas en cuestión. Para este tipo de aviones conviene tener cuidado especial de los aparatos previstos para conservar una buena visibilidad.

El vaho interior y el vaho exterior.—Se dispone de dos métodos para evitar las condensaciones en el interior de la cabina: aumentar la temperatura de la superficie interna de los cristales o disminuir el contenido de agua del aire de la cabina, lo que disminuye la condensación.

Es raro que el valor de la humedad relativa sobrepase el límite requerido para el "confort". Tampoco resulta ventajoso reducir esta humedad para evitar las condensaciones. No hay que actuar en este sentido más que frente a los lugares especiales de la cabina, donde el aire detenido es susceptible de cargarse de humedad. En ese caso el remedio es ventilar ese lugar. La solución general para conservar una buena transparencia en el parabrisas consiste en mantener su cara del lado de la cabina a una temperatura suficientemente elevada. Para llegar a esta conclusión se emplean varios métodos, como son: aumentar la ventilación de la superficie del parabrisas, aumentar la resistencia térmica del parabrisas, calentar el parabrisas.

Estos tres métodos pueden emplearse solos o en combinación. Cada uno de ellos tiene un campo de aplicación un poco especial.

Aumentar la ventilación es el mejor mé-

todo de empleo, estando los parabrisas formados de una sola hoja transparente. Sin embargo, cuando la superficie que hay que ventilar es grande, la cantidad de aire es, a su vez, también grande, y se ve limitado por ello rápidamente. Por eso sólo se emplea el procedimiento para proteger contra el empañamiento pequeñas superficies transparentes.

El parabrisas, formado por dos hojas transparentes, separadas por una capa de aire, construcción denominada "sandwich"; es la aplicación clásica del procedimiento empleado por aumento de la resistencia térmica. La temperatura de la cara del lado de la cabina es muy superior a la que tomaría un parabrisas sencillo de igual espesor. Es inútil pasar de los 10 milímetros en el espesor de la capa de aire, ya que más allá la resistencia térmica del parabrisas no aumenta más que muy poco. El aire que queda preso entre las dos caras transparentes está desecado y puesto en comunicación con la atmósfera de la cabina por medio de un tubo desecador. El parabrisas puede "respirar" así sin que se corra riesgo de que se produzca una condensación en el espacio intermedio.

El último sistema que nos queda por describir es más eficaz. Se trata de una construcción "sandwich", con circulación de aire caliente en el espacio intermedio. No obstante, esta disposición no puede aplicarse a todos los parabrisas de un avión debido a la necesidad de tener uno de los tableros fácilmente desmontable para limpiarlo.

Citaremos, por fin, el cristal calefactor clásico, que tiene unos hilos resistentes sumergidos en una materia transparente, y que recibe una corriente eléctrica.

Las diversas soluciones enumeradas más arriba se aplican tanto a los aviones militares como a los aviones civiles, pero hay que establecer las diferencias entre las dos categorías de aparatos. La mayor parte de los parabrisas de los aviones militares exigen unas condiciones ópticas buenas, mientras que los de los aparatos civiles de pasajeros pueden, in inconveniente para la seguridad, no tener más que unas condiciones ópticas mediocres. La elección de un tipo de parabrisas se ve influida todavía en gran manera por los problemas de la instalación. En

definitiva el parabrisas, con una capa intermedia de aire seco en "sandwich", parece ser el más práctico y se emplea lo más posible, aunque sea menos eficaz que el parabrisas de aire caliente.

En los aviones futuros, destinados a vuelos a grandes alturas, se está estudiando el empleo combinado de parabrisas de aire seco en "sandwich" y de una ventilación por la parte de la cabina—de este parabrisas.

Se puede destruir la escarcha mediante el empleo de un líquido adecuado, aunque un líquido de este tipo produce un oscurecimiento momentáneo de la visión. Un limpia-cristales ayuda a eliminar el líquido contra la escarcha, y puede servir asimismo para combatir el vaho.

Problemas que ofrecen los instrumentos a bordo de una cabina estanca

Los altímetros y los variómetros deben colocarse dentro de una caja estanca, unida por un conducto a un punto donde reina la presión estática de vuelo. Existe, pues, entre estos instrumentos y la cabina la misma presión diferencial que entre la cabina y la atmósfera. Es absolutamente preciso tener unos aparatos especiales con caja estanca. Los anemómetros van unidos a una toma estática instalada completamente fuera del aparato. La caja estanca sigue siendo de rigor en este caso.

Los manómetros registradores de tipo eléctrico no exigen modificación. Los aparatos que utilizan el tubo de Bourdon dan sus indicaciones dependiendo, naturalmente, de la presión del aire que les rodea. En los aviones modernos, los únicos aparatos que pueden ser de este tipo son los manómetros de presión de aceite, y tal vez también los termómetros a distancia por transmisión capilar.

Muchas veces es necesario contar con un indicador del descenso de la presión del aire que hace actuar los giróscopos de los instrumentos de vuelo sin visibilidad. Hay que pensar en un aparato de este tipo con caja estanca; si no se está expuesto a cometer errores en cuanto al descenso de la presión que se está midiendo.

Instrumentos de V. S. V.—En las condi-

ciones que hemos estudiado hasta aquí, el horizonte artificial, el indicador de rumbo, el indicador de viraje y el indicador de inclinación lateral, no necesitan ninguna modificación para ser utilizados en las cabinas estancas hasta una altura de 10.000 metros. Por encima de esta altitud hay que utilizar la presión de la cabina. Esto produce una evacuación del aire de la cabina, que se suma a las pérdidas generales de la misma.

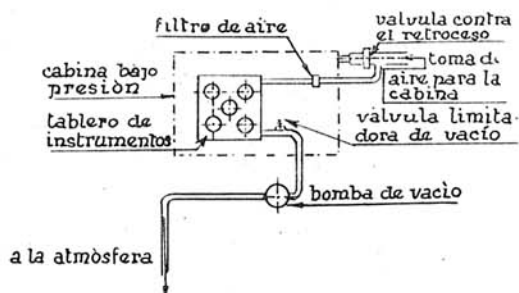


Fig. 12.

La figura 12 indica el método que se utiliza generalmente para conectar los instrumentos giroscópicos en una cabina estanca.

Instrumentos especiales en las cabinas estancas.—En los aviones militares es preciso instalar aparatos de medida que indiquen en cada instante las condiciones de la cabina. El piloto se da cuenta, de un vistazo, de su buen funcionamiento, o si, por el contrario, se va a llegar a una presión en la cabina demasiado elevada o peligrosa. Se puede colocar en la cabina un altímetro sencillo del tipo no sensible, que dará la altitud ficticia con una diferencia de 50 metros todo lo más. Se puede instalar también un indicador de presión diferencial. Aunque sea útil, se omite muchas veces, sin duda por el elevado número de aparatos que hay que llevar en un avión moderno. Se suele colocar una señal sonora o visual, como ha quedado indicado.

En un avión civil (como ya se ha dicho varias veces) hay que controlar perfectamente la presión, la ventilación, la calefacción, la refrigeración y el humedecimiento de la cabina. Por consiguiente, hay que instalar los aparatos necesarios para ejercer ese control. Eso depende mucho de las instalaciones, y no nos corresponde discutir aquí ese problema con mayor extensión.