

Estudio de las cámaras de baja presión (C. B. P.)

Por los Capitanes Médicos F. MERAYO y A. BONNET

Las pruebas que actualmente se están haciendo en personal volante voluntario en la cámara de baja presión del Centro de Investigación de Medicina Aeronáutica, de Madrid, nos han decidido a hacer una breve descripción del carácter e importancia de estas cámaras. Además, el auge progresivo del estudio de la Medicina aeronáutica, el vasto campo de la investigación con fines aéreos, el conocimiento de las condiciones higiénicas del vuelo (uso de vestidos apropiados, etc.), las necesidades de oxígeno en vuelos de alta cota, etc., hacen que el estudio de las C. B. P. tenga un gran valor científico y práctico en el campo de la Aeronáutica.

Las cámaras de baja presión son pequeños recintos cerrados, en los que se pueden reproducir, con fines experimentales, las condiciones climáticas que existen a cualquier altura atmosférica: estos factores climáticos pueden controlarse aislada o conjuntamente, a voluntad, y de ellos los más importantes son los siguientes: presión atmosférica; composición porcentual del aire, temperatura, luz, etc. La más importante condición climática es la presión atmosférica, de donde deriva el nombre con que se las conoce: cámaras de baja presión.

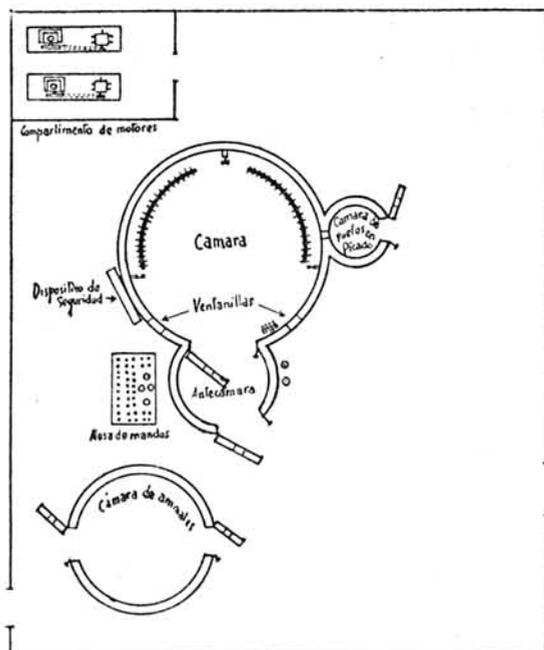
Sistema de hipopresión.

El fundamento teórico es el siguiente: Conforme se asciende en altura, la presión atmosférica va siendo menor. Este efecto se consigue en las cámaras de baja presión por un procedimiento inverso: al hacer descender artificialmente la presión, la altura es mayor. Con nuestra cámara puede conseguirse una altitud de 15.000 metros. Para lograr un descenso de presión en el interior de la cámara se dispone de una instalación formada por los siguientes dispositivos:

- a) Motores eléctricos.
- b) Bombas de vacío y tuberías.
- c) Válvulas de aspiración o de ascenso.

- d) Cámara propiamente dicha, con antecámara y compuertas.
- e) Válvulas de descenso.
- f) Aparatos indicadores (altura, velocidad, etcétera).
- g) Sistema de aparatos de seguridad.

Motores eléctricos.—Su objeto es mover las bombas de vacío. Estos motores tienen como característica que están conectados siempre que trabajan y que cuando por cualquier circunstancia no trabajasen, se desconectan automáticamente, dejando de funcionar. Constan como partes principales de: 1), cajetín de toma de corriente; 2), fusibles; 3), mandos, instalados en la mesa de mandos, y 4), línea de corriente desde los mandos al motor. Estos motores, al comenzar un ascenso, deben ponerse en marcha



ESQUEMA I.

Esquema general de la instalación de la cámara de baja presión del C. I. M. A.

desde la mesa de mandos para que accionen las bombas de vacío.

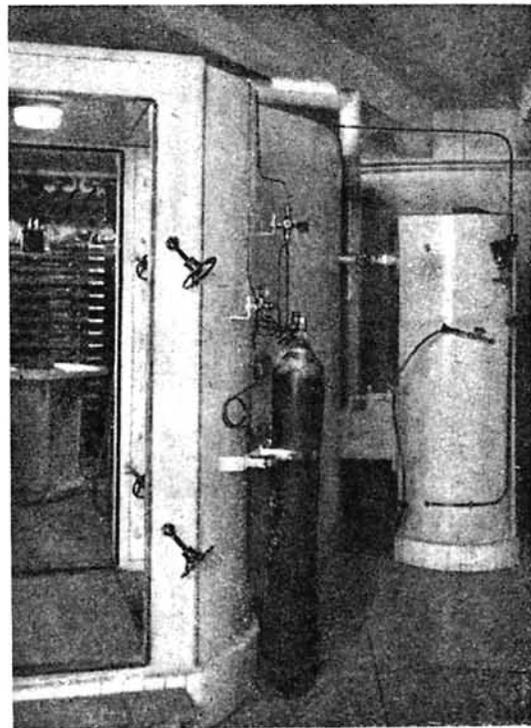
Bombas de vacío y tuberías.—Los motores, al trabajar, accionan las bombas de vacío que drenan y hacen circular el aire por las tuberías. Son dos y pueden trabajar simultánea, sucesiva o aisladamente. Cada bomba consta de un sistema de aspiración-expulsión, cuyo artificio consiste en lo siguiente: un tambor que gira excéntrico a un cilindro. Tiene también un sistema de engrase y un sistema de refrigeración, cuyos nombres ahorran las definiciones. El funcionamiento del drenaje y circulación del aire por las bombas está asegurado por un dispositivo de seguridad que desconecta los motores, dejando de funcionar cuando la refrigeración no es perfecta. Las tuberías que ponen en comunicación las bombas con la cámara están interrumpidas por las llaves de aspiración o ascenso, cuyo objeto es abrir dicha comunicación, permitiendo la salida de aire cuando las bombas están en marcha, e impedir la entrada del mismo cuando los motores están parados. Estas llaves deben permanecer abiertas cuando se comienza una ascensión y continuar de esta forma hasta que logremos la altura conveniente. En el descenso estarán cerradas.

Cámara propiamente dicha.—Es un recinto cerrado, sitio de experimentación, reconocimiento de pilotos, etc. Comunica con el exterior por medio de dos ventanillas y la compuerta de instrumentos. Tiene una antecámara con una ventanilla que igualmente comunica con el exterior. La compuerta de instrumentos es una caja blindada empotrada en las paredes de la cámara con dos portillos de hierro y dos sistemas de cierre distintos en dichos portillos, uno interior y otro exterior, debido a las diferencias de presiones en ambos lados. Está provista de un grifo para igualar las tensiones; de esta manera pueden darse instrumentos, materiales, etc., desde fuera a las personas que están en el interior de la cámara sin necesidad de entrar o salir de ella y sin variar las condiciones de presión creadas artificialmente. La antecámara es un compartimiento pequeño que sirve de antesala a la cámara y de compuerta para instrumentos mayores o para personas, con la única diferencia que la igualación de tensiones se hace por medio de los altímetros de la mesa de mandos.

Llave de descenso.—Permite la entrada de aire, igualando las presiones de la cámara con

el exterior una vez conseguida la altura deseada y realizado el motivo de la ascensión. Estas llaves permiten posiciones intermedias, no así las de ascenso. Terminada una ascensión, la regulación de aquéllas permite el descenso a velocidades distintas (paracaídas, picado, etc.).

Aparatos indicadores.—Están situados en la mesa de mandos, y tienen por objeto observar y calibrar la altura y velocidad conseguidas durante la ascensión o experimento. Siendo el ascenso de la cámara ficticio, la medición de la altura se hace indirectamente midiendo la presión mediante: 1), los altímetros, cuyo principio es una aneroides o cápsula de metal blando desprovista de aire, unida a un juego de palancas inscriptoras, que señalan las diferencias de presión en una escala de metros; 2), las velocidades de ascenso o descenso se miden con el variómetro, que no es sino una cápsula de membrana con una salida capilar a un depósito aislado. La diferencia de presión (traducida en una escala de metros) presupone variaciones a ambos lados de la membrana, que se igualan saliendo aire por el capilar (o entrando). Aquella



Aspecto del interior de la cámara; tubos de oxígeno y carbónico para mezclas de gases; cámara de picado al fondo.

diferencia es la que se señala por un sistema de palancas como diferencias de alturas en determinados momentos.

Sistema de aparatos de seguridad.

Tienen por objeto evitar los posibles accidentes que pudieran ocurrir, y para ello las cámaras de baja presión disponen de los siguientes dispositivos:

1), aparatos que permiten la comunicación directa del personal exterior con el interior de la cámara: teléfonos, micrófono, etc.; 2), un avisador automático, que hace una llamada al interior de la cámara, y cuando esta llamada no tiene respuesta se paran automáticamente los motores; 3), un dispositivo regulable para limitar la altura a que se desea trabajar; 4), una llave interior para detener el ascenso en cualquier momento. Además, las normas de vigilancia preestablecidas. Cuando este dispositivo de seguridad funciona se pone en marcha otro dispositivo, llamado de paracaídas por simular el descenso gradual y progresivo del paracaídas.

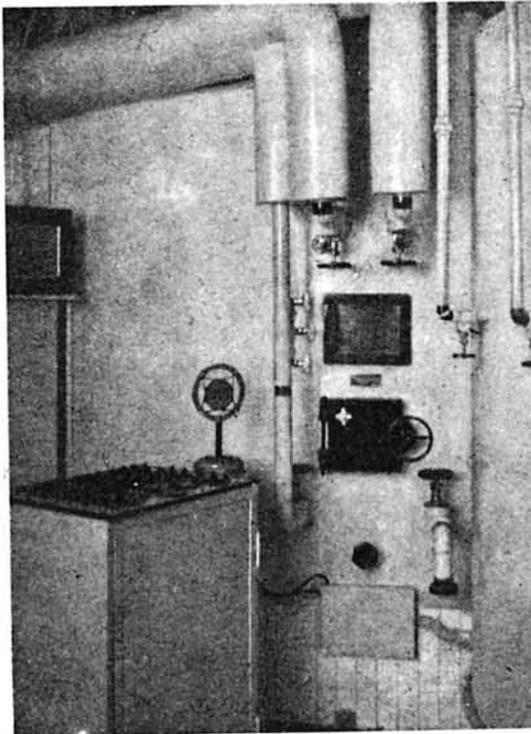
El avisador automático consiste en lo siguiente: una luz roja se enciende en el interior de

la cámara, y para que los motores no se desconecten, iniciando el descenso, ha de oprimirse un pulsador, también situado en el interior de la misma; este pulsador suministra una corriente a un electroimán, que abre el circuito de la luz roja, apagándola, a la par que cierra otro circuito para que en el dispositivo de seguridad el relays de motores no se desconecte y permita que sigan funcionando éstos.

El dispositivo limitador de altura tiene por objeto limitar la ascensión hasta una altura calculada de antemano y que automáticamente, al llegar a ella, la cámara se desconecte por sí sola; consiste en dos barómetros en comunicación con la cámara, y cuyas oscilaciones de presión siguen; estos barómetros accionan cinco balancines, dos para las ampollas de mercurio de los barómetros y tres que llevan otras tantas ampollas de mercurio, que abren o cierran un circuito, según las inclinaciones que tengan. Al descender la presión y aumentar la altura, los balancines que soportan las ampollas de mercurio tienden a colocarse en la horizontal, posición en que no dejan pasar corriente al relays de motores, desconectándolo y parando la cámara, cosa que ocurre a la altura que deseamos porque uno de los balancines de mercurio, el central, lleva una escala graduada en metros.

Llave interior.—La llave interior está intercalada en el circuito que alimenta el relays de motores; se encuentra entre la salida del transformador y las ampollas del aparato limitador de altura. Para que el relays funcione es preciso que el circuito se cierre a través de la llave. Si una vez en marcha las bombas se hace girar la llave, se paran los motores y funciona el paracaídas. Sirve, pues, para detener la ascensión en cualquier momento desde el interior.

Siempre que se paran los motores por: 1), no pulsar el botón interior; 2), exceso de altura; 3), pulsar la llave interior, funciona el dispositivo paracaídas, que origina una entrada de aire equivalente a un descenso en paracaídas; el dispositivo consiste en una llave o válvula automática cerrada por la atracción de un electroimán. Esta llave o válvula está en comunicación por un lado con el exterior y por otro con la cámara. Cuando le falta la corriente al electroimán, la válvula se abre, lo que ocurre al desconectarse el relays de motores. Y esta válvula consiste en un cilindro hueco, por donde corre un pistón, al que transmite sus movimientos de palanca accionada por un electroimán. Estos aparatos de seguridad dan una garantía y confianza sin lí-



Mesa de mandos, micrófono, compuerta de instrumentos, llaves, ventanillas de observación, etc.

mites, tanto al personal experimentado como al personal volante.

Las cámaras de baja presión, además de los sistemas descritos: sistema de hipopresión y sistema de seguridad, tienen otros sistemas igualmente importantes en el sentido de la Medicina aeronáutica, y éstos son:

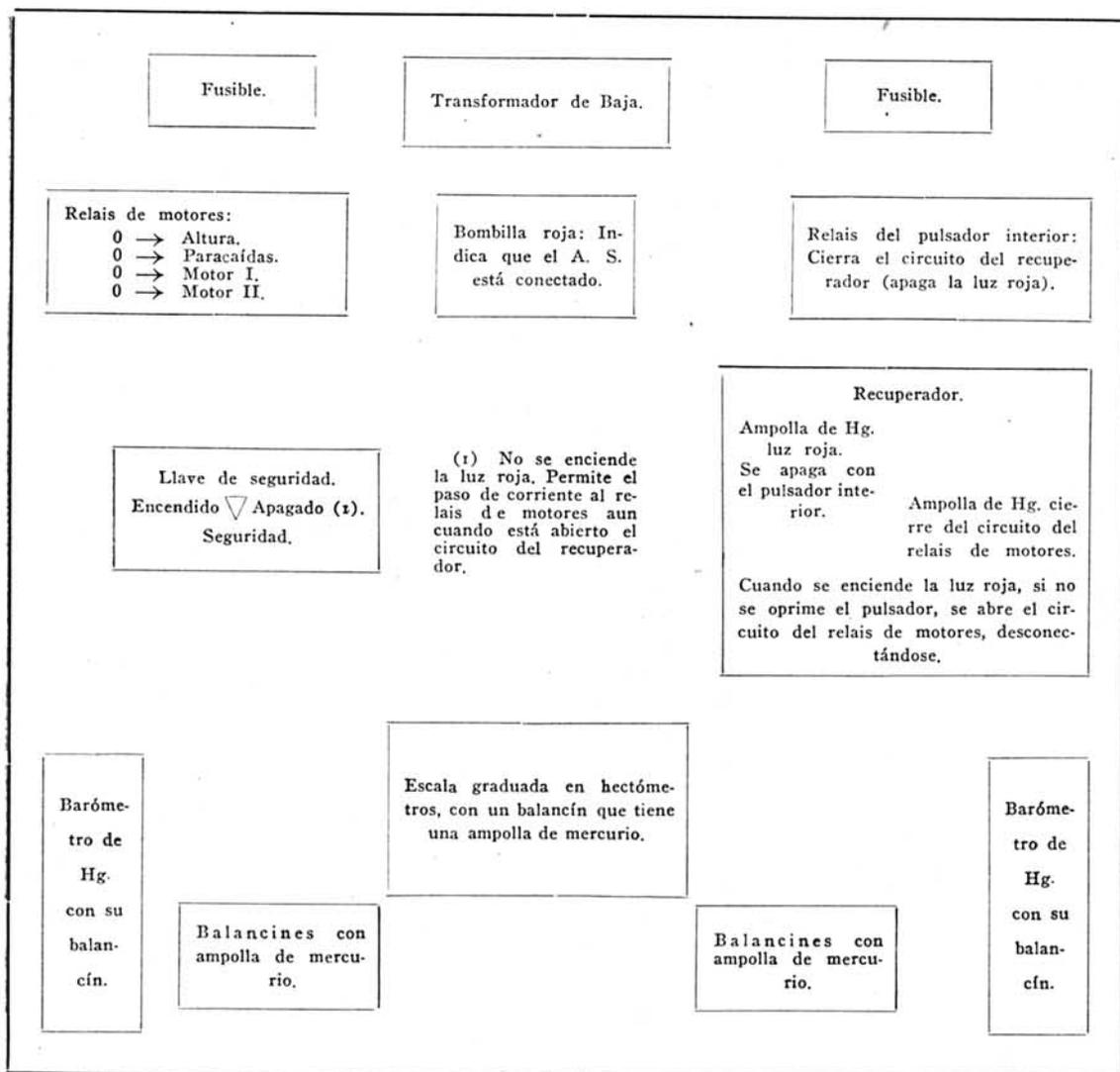
Sistema refrigerador para el estudio de la temperatura.

De gran importancia para la confección adecuada de trajes de vuelo, construcción de aparatos destinados a soportar altas temperaturas,

etcétera. El descenso de temperatura se consigue usando los refrigeradores, fundados en la absorción de calor que se produce al pasar un cuerpo rápidamente del estado líquido al gaseoso; estos refrigeradores se recuperan totalmente al conseguir de nuevo su paso al estado líquido. El sistema refrigerador consta de: a), motores; b), compresores; c), serpentín de evaporación y válvulas de expansión, y d), serpentín de condensación. Los motores son semejantes a los que accionan las bombas de vacío y tienen, como ellos, sus mandos, desconectores, etc. Su misión es accionar y mover los compresores, de parecido esqueleto a las bombas de vacío: con

ESQUEMA II

Esquema del dispositivo de seguridad.



refrigeración, lubricación, etc. Su diferencia estriba en que poseen dos manómetros, de entrada y salida, para medir la presión y temperatura del gas refrigerador. Estos compresores "comprimen" el gas hasta la presión óptima para su condensación. El serpentín de condensación, refrigerado por agua corriente, comunica directamente con la salida del compresor, y en él el gas llegado a la presión óptima pasa al estado líquido, y desde aquí sale, conducido por una tubería, hacia la cámara; pero antes de entrar en ella existen las válvulas de expansión, cuya misión es calibrar la cantidad mayor o menor de refrigerante líquido que llega a la cámara y al serpentín de evaporación, situado en su interior, en donde se producirá la evaporación rápida necesaria para la absorción de calor, logrando las bajas temperaturas deseadas. Este serpentín está rodeado de discos metálicos, con los que aumenta la superficie de absorción de calor. El circuito de tubería queda cerrado, volviendo por el mismo camino al compresor correspondiente.

Este sistema funciona de la siguiente manera: Cargado de líquido refrigerador y vaciado de aire y líquidos extraños por medio de unas espitas colocadas a propósito, y observando en ambos manómetros (de entrada y salida) una lectura apropiada de presión y temperatura, se ponen en marcha los motores y se regula debidamente la válvula de expansión hasta conseguir la baja temperatura que deseamos.

Sistema de respiración de gases y mezclas.

Cuyo estudio es interesante por el problema en sí y por las múltiples consecuencias que de él se derivan para el aviador: estudio de mascarillas, balones de gases, etc. Puede estudiarse introduciendo gases en una cámara adicional más pequeña a propósito para ello y por medio de unos dispositivos adecuados colocados en la cámara general. Estos dispositivos, utilizables en caso de accidente como aparato de seguridad, son:

a) Para respiración de O_2 puro.

El oxígeno es suministrado por balsas de O_2 desde el exterior; un juego de manómetros se-

ñala su presión en atmósferas. De aquí pasan por un pulmón artificial Draeger a las caretas y boca del individuo.

b) Para respiración de mezclas de O_2 .

Igualmente, el O_2 es suministrado desde el exterior y determinada su presión en el juego de manómetros; un contador de gas (en litros) permite la entrada de O_2 deseado en un saco de goma, de donde pasa a un cajetín con válvulas de resorte, que se abren, permitiendo entrar aire y efectuar la mezcla cuando la inspiración del sujeto, por ser excesiva, determina una hipopresión en el cajetín mezclador.

c) Igualmente puede suministrarse CO_2 desde el exterior con juego correspondiente de manómetros, etc., en una proporción de un 5 % por litro de O_2 . Con diluciones convenientes se consiguen mezclas mayores o menores.

Como de cierta importancia merece señalarse un *sistema luminoso* para el estudio de la luz. Las cámaras de baja presión poseen:

- 1) Luz artificial corriente.
- 2) Onda larga = infrarroja.
- 3) Onda corta: luz de montaña o alpina, que exige el uso de gafas.

Más factores climáticos pueden estudiarse en las cámaras de baja presión:

Calefacción, conseguida: 1), por el número de personas que entraron en la cámara, y 2), por las lámparas de onda larga.

Tensión higroscópica. Existen para su estudio en las cámaras de baja presión nebulizadores, que no son sino ampollas de cristal que contienen agua destilada, que comunican con el exterior por medio de tubos (de goma y metálicos) provistos de sus llaves o grifos. Cuando se abren estas llaves con la cámara en hipopresión entra el aire por la tubería, nebulizando el ambiente de la cámara. Corrientemente la tensión higroscópica está mantenida por el número de personas que entraron en la cámara y la temperatura ambiente.

Otros factores climáticos de menos interés son: visibilidad, ionización, suspensoides, etc.