



1. Classificação

O voo do avião e o funcionamento do motor de dos sistemas são controlados através de instrumentos. Divide-se em quatro grupos básicos de instrumentos:

a) Instrumentos de navegação

Servem para orientar o voo do avião numa determinada trajetória:

Bússola
Termômetro de ar externo
Cronômetro
Horizonte Artificial (ADI)
Giro direcional
Inclinômetro
HSI

b) Instrumentos de voo

Indicam as variáveis que afetam o voo do avião:

Altímetro
Velocímetro
Variômetro
Machímetro

c) Instrumentos do motor

Indicam as condições de funcionamento do motor

Termômetro de cabeça de cilindro
Termômetro de óleo
Manômetro de óleo
Manômetro de pressão de admissão
Fluxômetro
Torquímetro

d) Instrumentos do avião (Sistemas)

Indicam o funcionamento dos sistemas do avião
Liquidômetro

2. Sistema Pitot-estático

Este sistema tem a função de captar as pressões estática e total (estática + dinâmica) para os seguintes instrumentos:

- Altímetro
- Velocímetro
- Variômetro
- Machímetro

O dispositivo captador é o **Tubo de Pitot**, que é geralmente instalado sob a asa do avião.

No aspecto construtivo, o Tubo de Pitot possui uma tomada de pressão estática (pressão atmosférica fora do avião) e uma tomada de pressão total (soma das pressões estática e dinâmica porque é impossível separa-las). Para evitar formação de gelo

e o acúmulo de água, o tubo de Pitot possui uma resistência elétrica de aquecimento e furos para drenagem de água.

Espaço para desenhar

3. Linhas de pressão estática e dinâmica

As pressões captadas pelo tubo de Pitot são enviadas até os instrumentos através de duas linhas de tubos:

Linha de pressão estática

Linha de pressão dinâmica ou de impacto (apesar dos nomes, a pressão transmitida é a total, e não apenas a dinâmica).

4. Manômetros

São destinados a medir pressão, classificam-se em:

a) Manômetro de pressão absoluta

Este tipo de manômetro é geralmente graduado em polegadas de mercúrio (in Hg) e mede a pressão em relação ao vácuo. Isso significa que dará indicação zero somente no vácuo ou no espaço.

O funcionamento do manômetro de pressão absoluta baseia-se na **capsula aneroide**, que contém vácuo no seu interior. Essa capsula comporta-se como uma pequena sanfona que se expande ou se achata conforme a pressão externa. Este tipo de capsula é empregado em todos os instrumentos ligados ao sistema Pitot-estático.

Altímetro

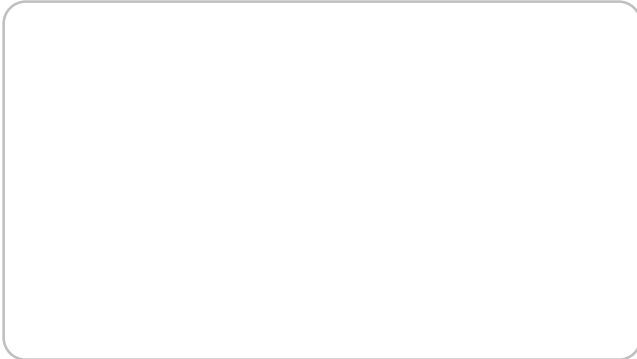
O altímetro é um instrumento que indica a altitude onde o avião se encontra. Basicamente é um barômetro (manômetro que indica a pressão atmosférica) formado por uma cápsula aneroide ligada à linha de pressão estática do avião. Essa cápsula aciona um ponteiro, através de um mecanismo. O mostrador possui uma escala graduada em altitudes (pés ou metros).

O ponteiro menor indica milhares de pés e o maior centenas de pés e o mais fino indica dezenas de milhares.



Velocímetro

O velocímetro é um instrumento que mostra a velocidade indicada do avião (VI). É baseado numa capsula de pressão diferencial (diafragma), que recebe a pressão total no seu interior e a pressão estática no exterior. As pressões estáticas do interior e exterior do diafragma se anulam, e a pressão dinâmica faz a capsula expandir-se, movimentando a agulha no mostrador através de um mecanismo. O velocímetro pode ser graduado em km/h, mph ou kt.



Espaço para desenhar

Variômetro ou Indicador de Subida (CLIMB)

Serve para indicar a velocidade de subida ou descida, geralmente graduado em ft/min ou metros por segundo. Seu funcionamento baseia-se não na pressão atmosférica, mas na sua variação. Se o avião descer a pressão aumenta e se o avião subir a pressão diminui. Essa variação atua sobre uma cápsula de pressão diferencial, que movimenta uma agulha no mostrador.



Espaço para desenhar

Machímetro

Costuma-se ler “maquímetro”, é derivado do velocímetro e baseia-se também na capsula aneroide (com vácuo no interior) e na capsula de pressão diferencial (pressões diferentes dentro e fora). Serve para indicar o número de Mach.

O número de Mach (costuma-se ler “mac”) é o número que resulta da divisão da velocidade do avião pela velocidade do som (aproximadamente 1224 Km/h)

Poe exemplo: “Mach 0.8” indica uma velocidade igual a 0.8 vezes a velocidade do som. Na maioria dos aviões com motor a reação o voo é muitas vezes controlado pelo número de Mach.

b) Manômetro de pressão relativa

Este manômetro fornece indicações a partir da pressão ambiente, que é considerado como “zero”.

O elemento sensível é um tubo metálico achatado e enrolado, chamado de **tubo de Bourdon**. Ele é fechado numa extremidade, e distende-se quando a pressão é aplicada em seu interior. Um mecanismo é usado para transmitir esse movimento ao ponteiro.

O tubo de Bourdon é feito de bronze fosforoso para as baixas pressões e aço inoxidável para as altas pressões.

No avião, os manômetros de pressão relativa são calibrados em:

- **Libra força por polegada quadrada** (lbf/in² , lbf/pol² ou PSI – pounds per squareinch)
- **Quilograma força por centímetro quadrado** (kgf/cm²)

Além das funções primárias como manômetro de pressão de óleo, de combustível, de oxigênio, etc, pode, também ter função indireta como indicadores de temperatura, torque do motor e outros

5. Termômetro

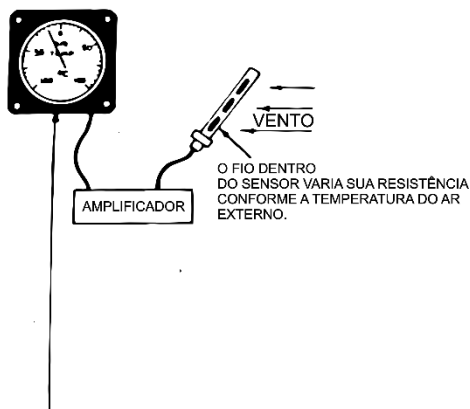
Os tipos de termômetro mais utilizados, quanto ao princípio de funcionamento:

- **Termômetro elétrico (ou de resistência)**

Este é o tipo de termômetro mais indicado para medir a temperatura do ar externo

TERMÔMETRO ELÉTRICO (ou DE RESISTÊNCIA)

Este é o tipo mais adequado para medir a temperatura do ar externo.



O INDICADOR É UM AMPERÍMETRO QUE MEDE A CORRENTE QUE PASSA PELA RESISTÊNCIA.

- **Termômetro de pressão de vapor**

Este é o tipo mais adequado para medir a temperatura do óleo.

- **Termômetro de par termoelétrico
"thermocouple"**

Este é o tipo mais adequado para altas temperaturas, como a da cabeça do cilindro.

