



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 separá-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)

Pode 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)**

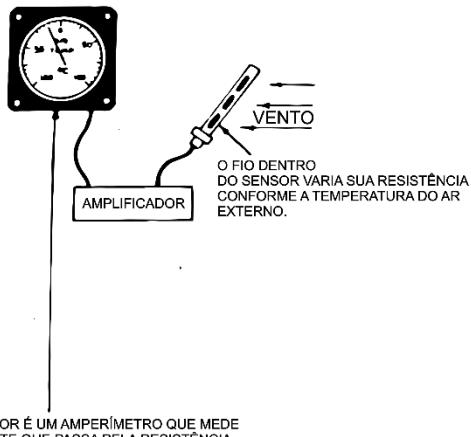
Este é o tipo de termômetro mais indicado para medir a temperatura do ar externo





TERMÔMETRO ELÉTRICO (ou DE RESISTÊNCIA)

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



- **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.

