

# Turbinas a gás

Introdução

# Introdução

- Sistemas de potência utilizando gás:
  - Turbinas a gás
  - Motores alternativos (ICE, ICO)
- Vantagens da TG
  - Fluxo contínuo
  - Ausência de movimento alternativo
    - Máquina rotativa
    - Ausência de problemas de balanceamento
  - Confiabilidade elevada
  - Compacta e leve para a elevada potência que produz
  - Usa diversos tipos de combustível
    - Mais que ICE e ICO e menos que TV

# Introdução

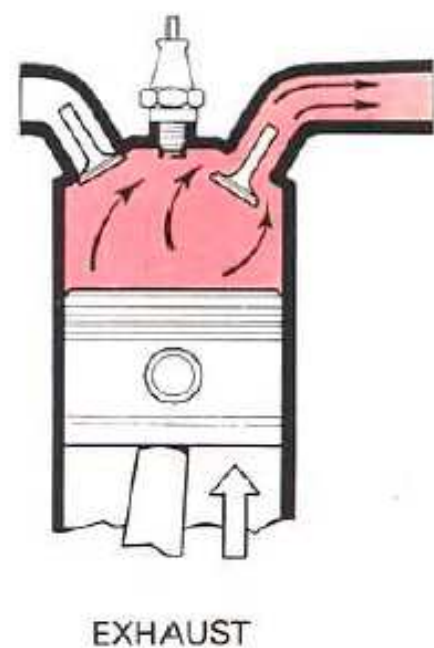
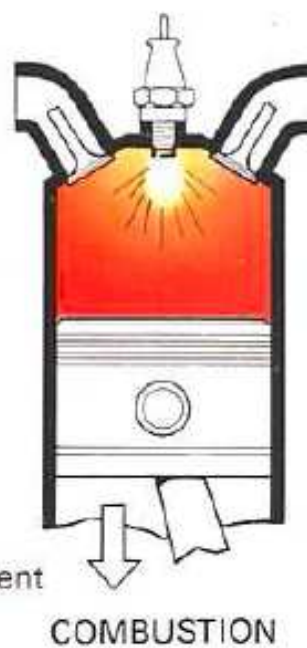
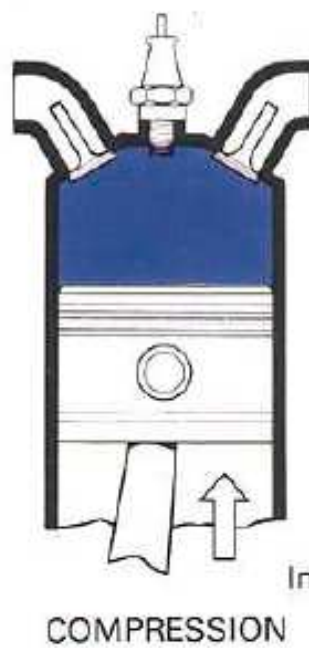
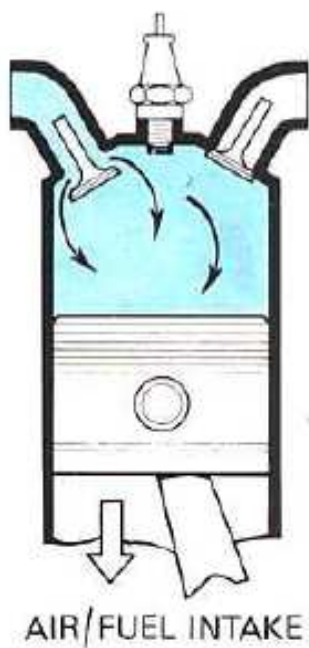
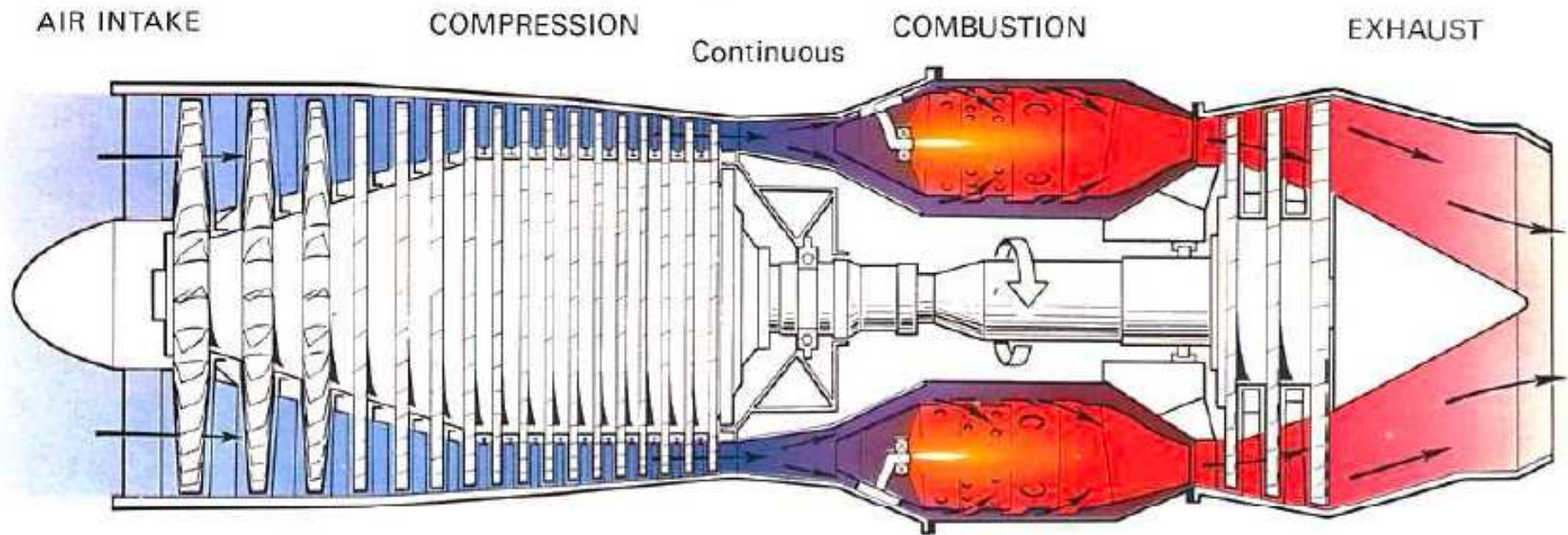
- Desvantagens da TG
  - Tendência de temperaturas elevadas na câmara
    - Devido ao fluo contínuo
    - É preciso resfriar
  - Transientes muito lentos
    - Elevada inércia
    - Elevada QDM angular
    - Por ex: partida lenta

# Introdução

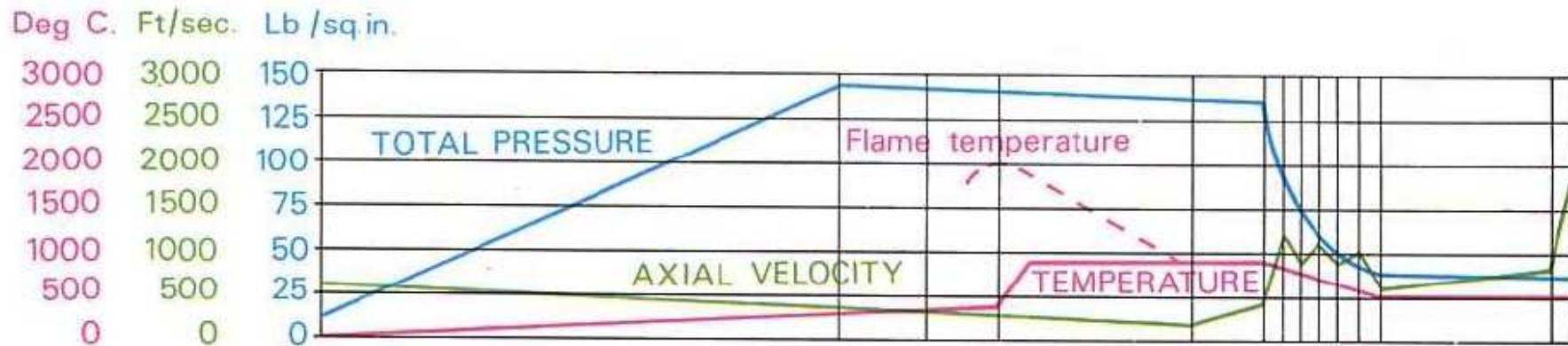
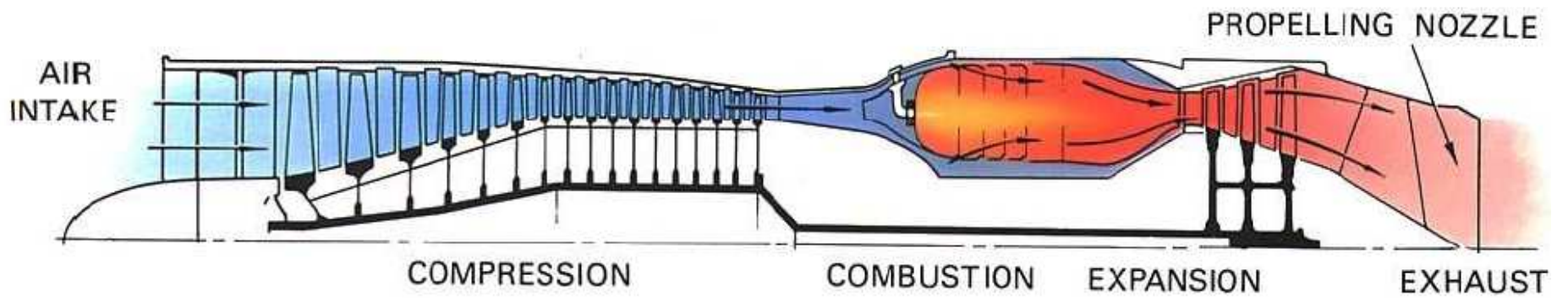
- Aplicações:
  - Uso aeronáutico
    - Propulsão a jato, turbopropulsor
  - Termoelétricas
    - Em geral, com cogeração
  - Industrial
    - Petrolífera, por exemplo

# Descrição

- Princípio de Funcionamento:
  - Ar é comprimido por um compressor
    - Axial, centrífugo ou combinado
  - Ar comprimido entra na câmara de combustão, onde combustível é injetado
    - Injeção de combustível se dá em RP
  - Os gases quentes se expandem na turbina, produzindo potência mecânica
  - No caso de propulsão: os gases quentes são acelerados em um bocal, para então descarregar na atmosfera



Intermittent



TYPICAL SINGLE-SPOOL AXIAL FLOW TURBO-JET ENGINE

# Observações

- O nome “turbina” é utilizado para uma parte do equipamento, mas também para todo o conjunto
- A vazão de ar para a câmara de combustão é muito superior à vazão estequiométrica
  - Isto é feito em duas regiões distintas
    - AC deve ser próximo do estequiométrico na “zona de queima”
    - O ar restante ( $\approx 70\%$  do ar) não participa da combustão e é utilizado para baixar a Temp. dos produtos de combustão.
    - Assim,  $650^{\circ}\text{C} \leq T \leq 1200^{\circ}\text{C}$  na saída da câmara
    - Isto impede o superaquecimento da câmara e da turbina



# Classificação das TG

- Quanto à direção do escoamento
  - Axiais: escoamento paralelo ao eixo
  - Radiais (menos usadas)
- Quanto à conexão turbina-compressor
  - Conexão direta
    - Turbina aciona compressor por um eixo que também é o eixo de potência (turbinas estáticas)
      - Usado apenas quando rotação é cte
  - Turbina livre
    - Uma turbina é usada apenas para acionar o compressor
    - Uma segunda turbina, sem acoplamento com a outra nem com o compressor, aciona o eixo de potência
      - Produz a energia útil
      - Permite operação em faixas de rotação

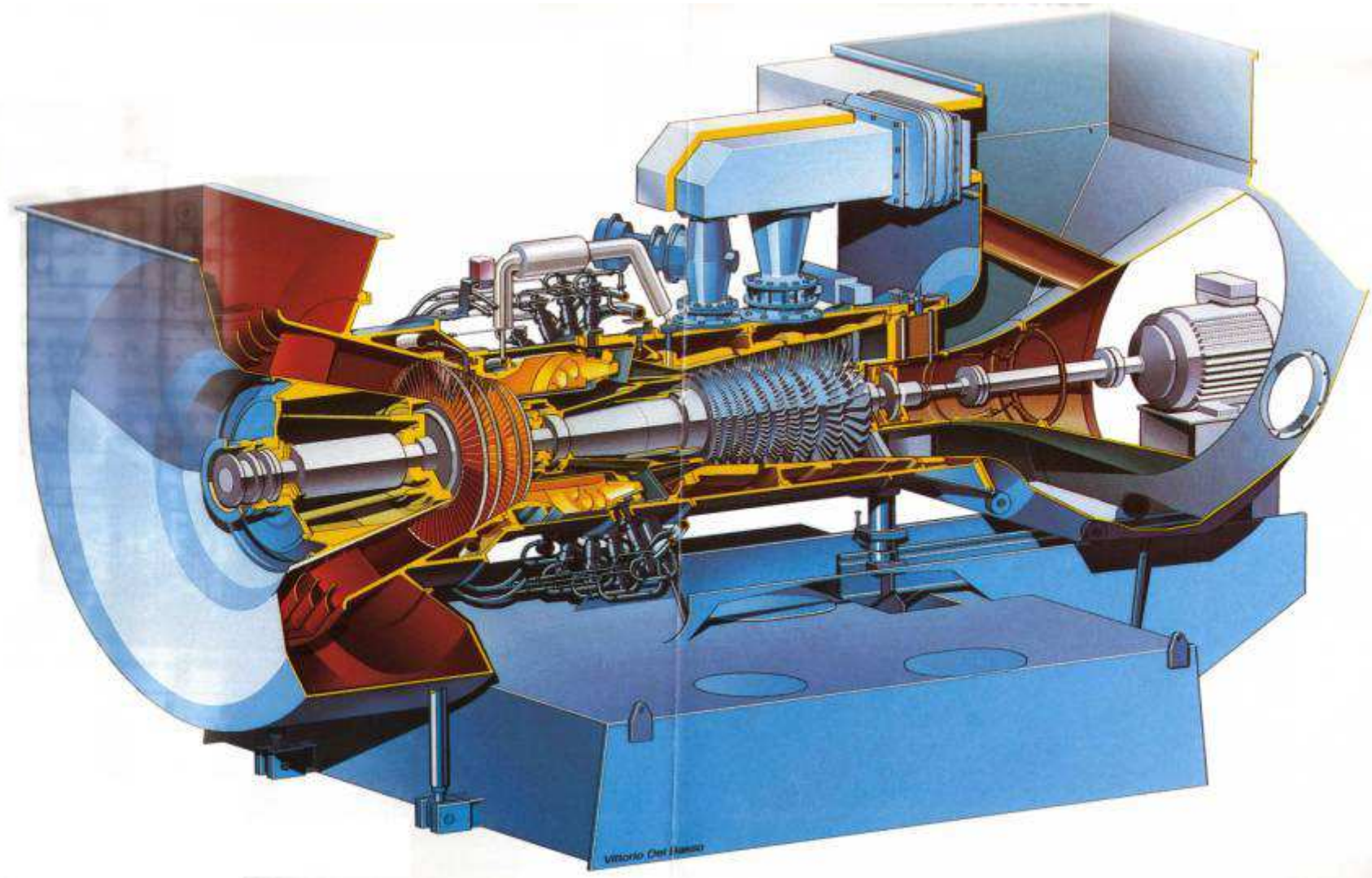
# Classificação das TG

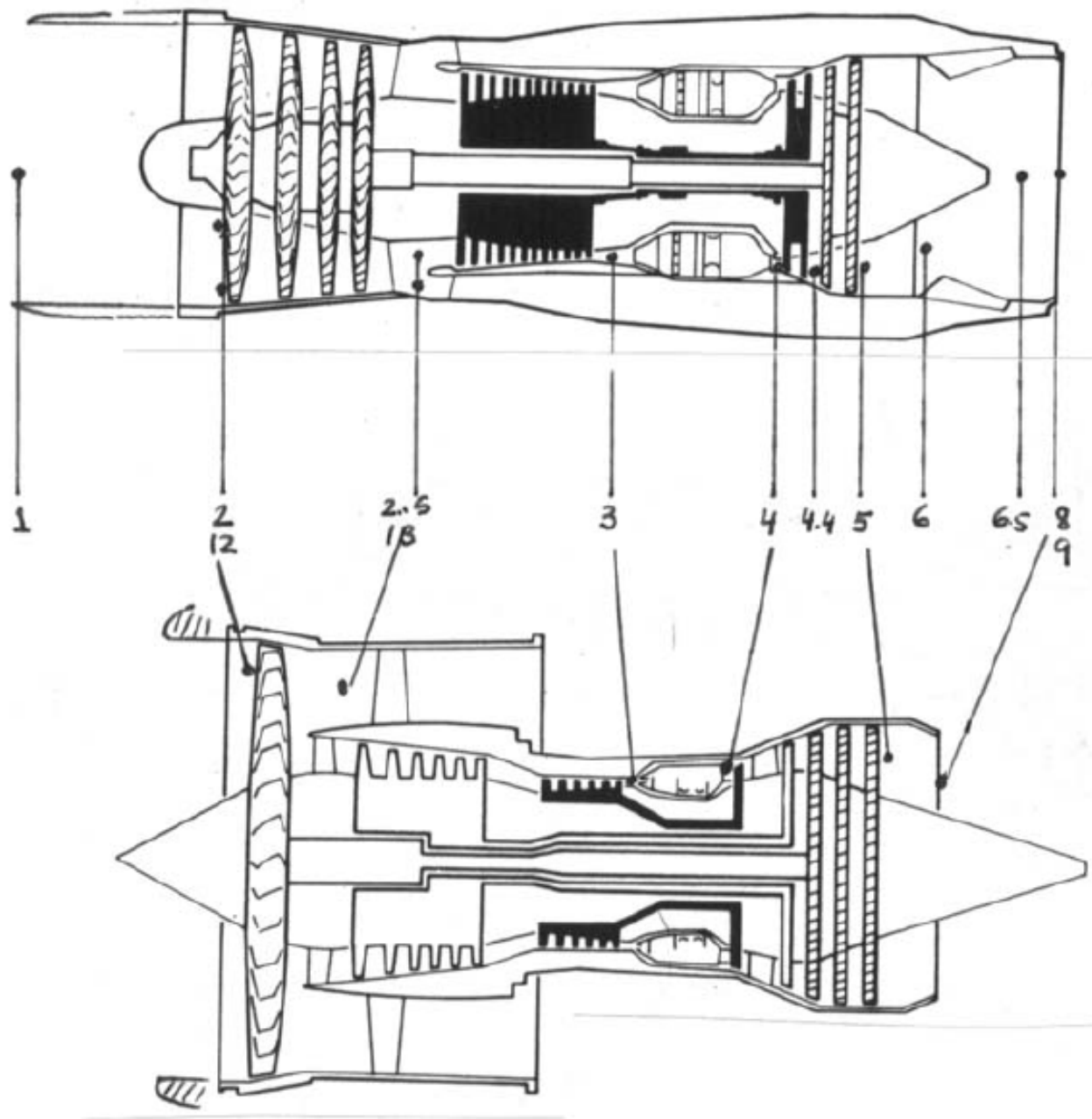
- Quanto ao princípio de funcionamento
  - Turbinas de ação ou de Impulso
    - Transformação de energia térmica em cinética ocorre apenas nos bocais
    - A pressão só varia nos bocais
    - Menos comum (no caso de TG)
  - Turbinas de reação
    - Não existe TG de reação pura
    - Gás se expande em parte nos bocais e em parte nas palhetas
      - Canais formados entre palhetas permite expansão do gás
      - Palhetas possuem perfil aerodinâmico para isso.
    - Maior parte das TG

# Classificação das TG

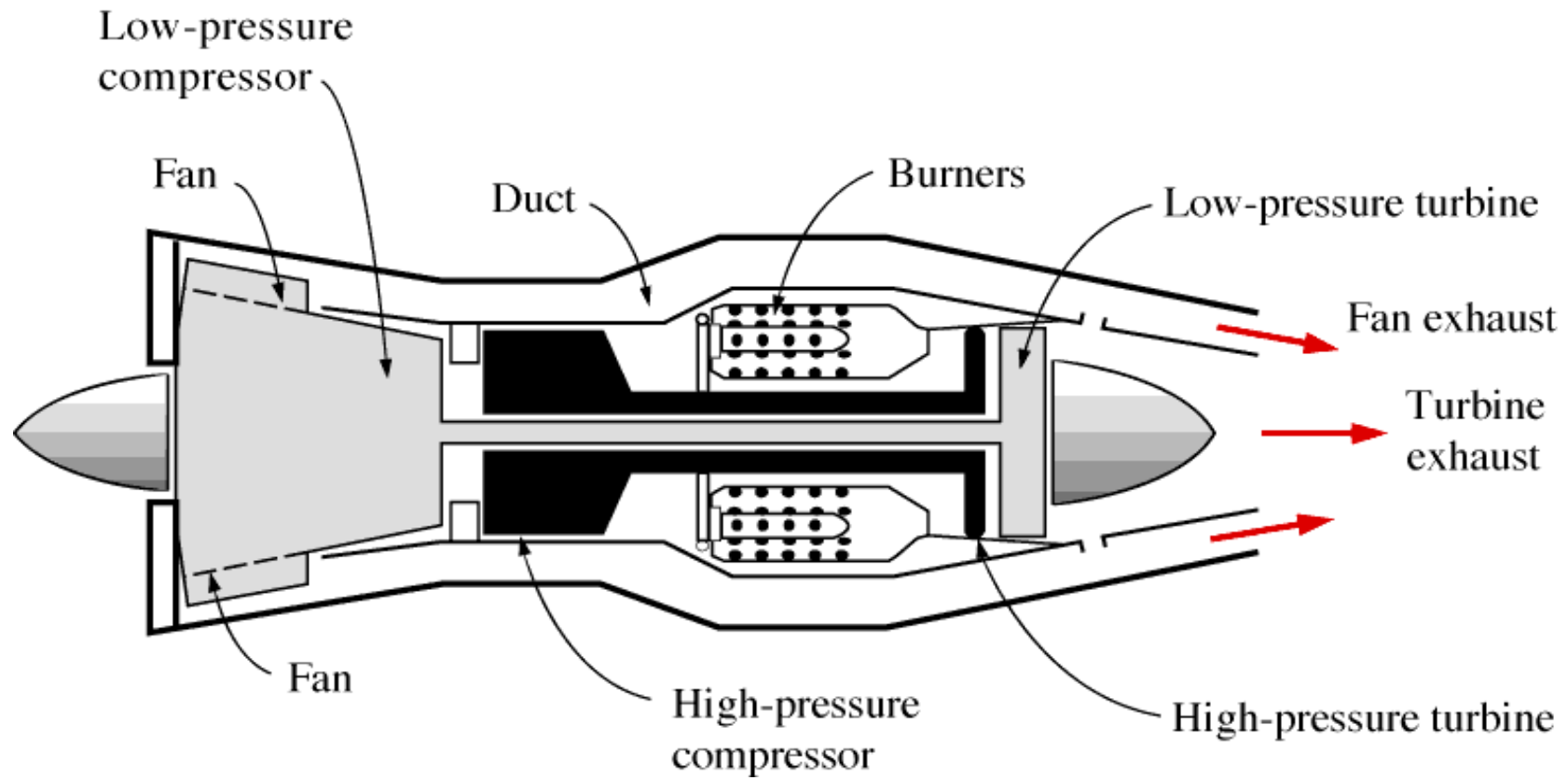
- Quanto à aplicação:
  - TG para propulsão
  - TG “estática”, para geração de potência de eixo

# Turbina ALSTOM GT10

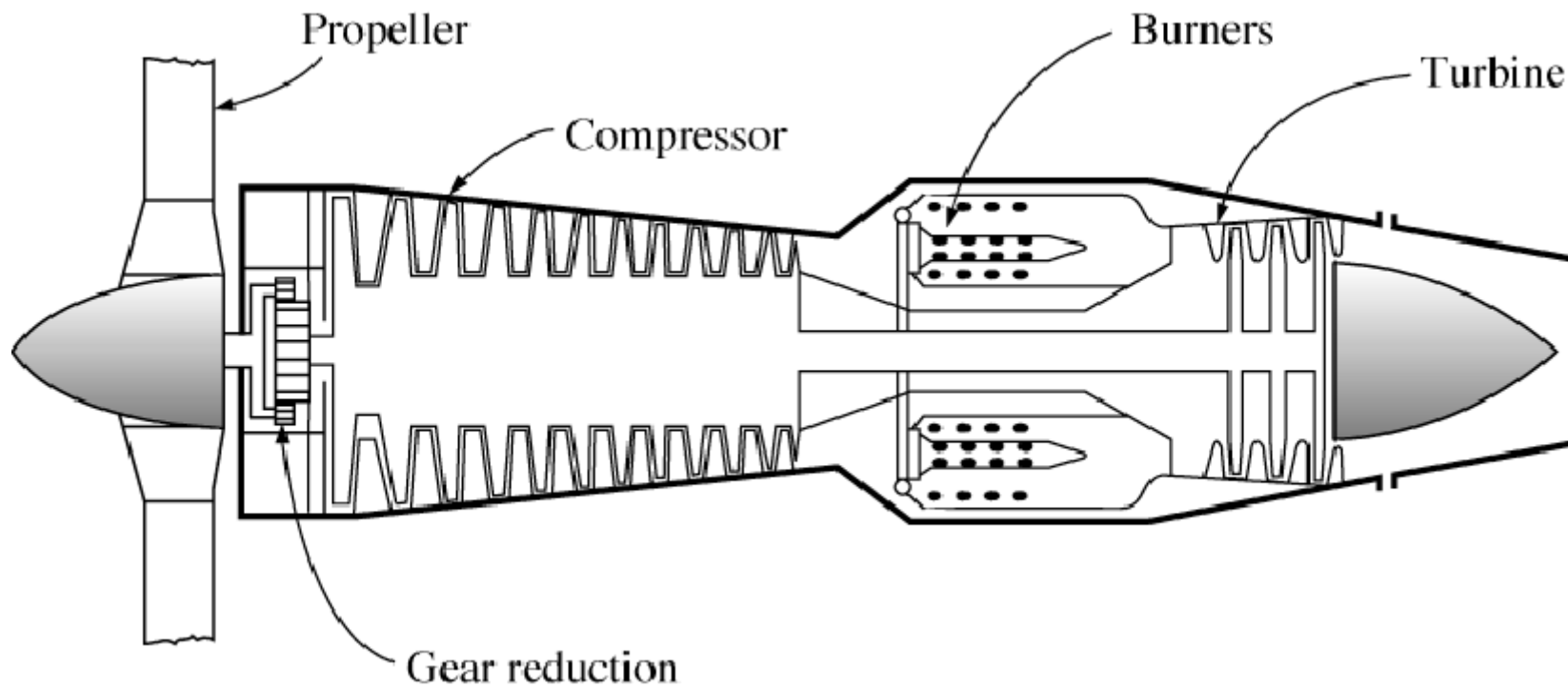




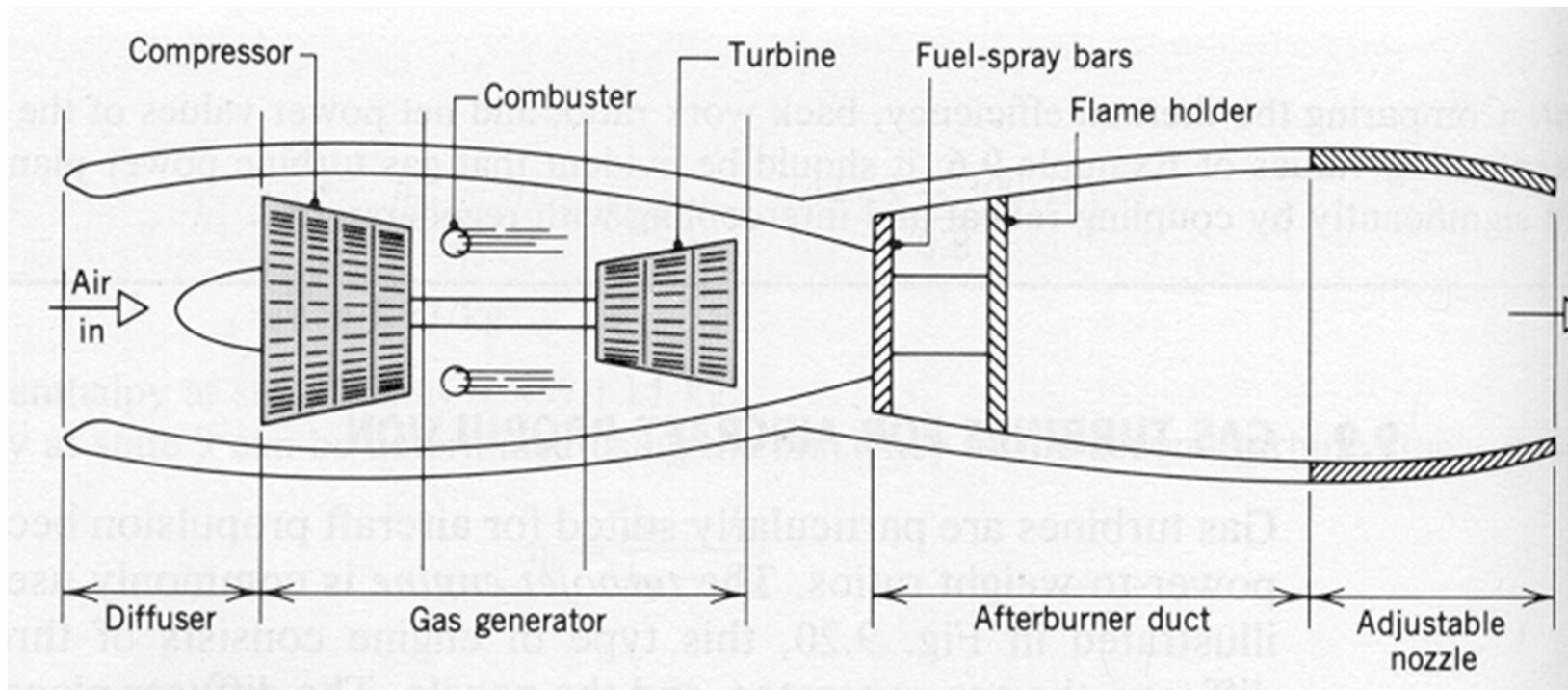
# Turbofan



# Turbopropulsor



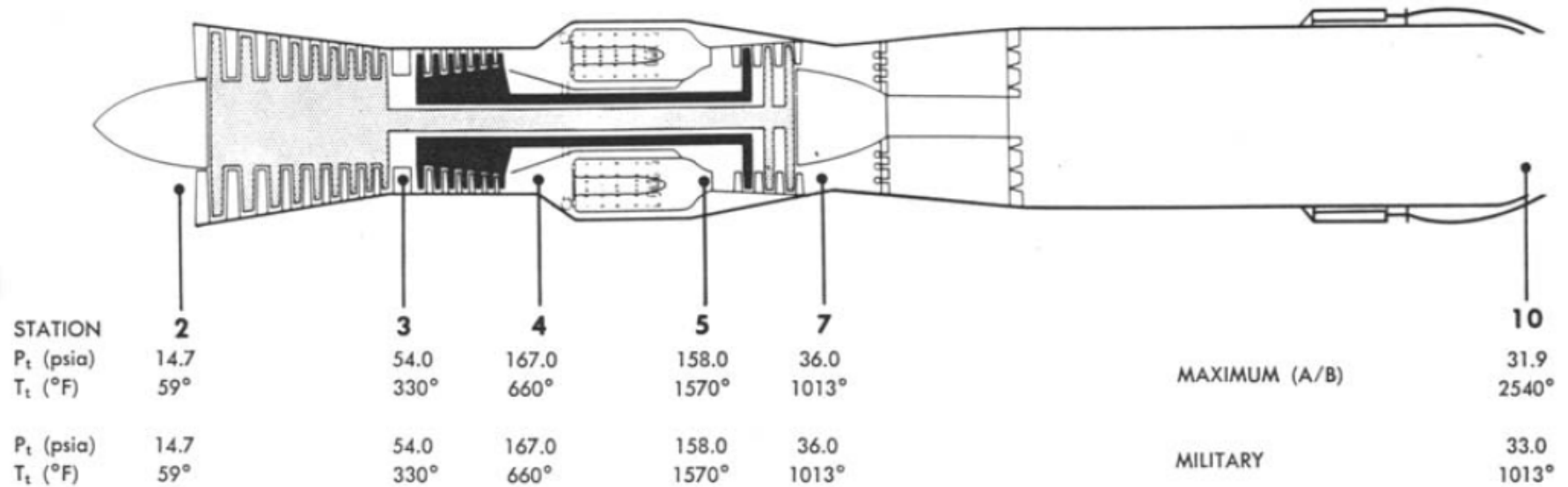
# Turbojato com afterburner



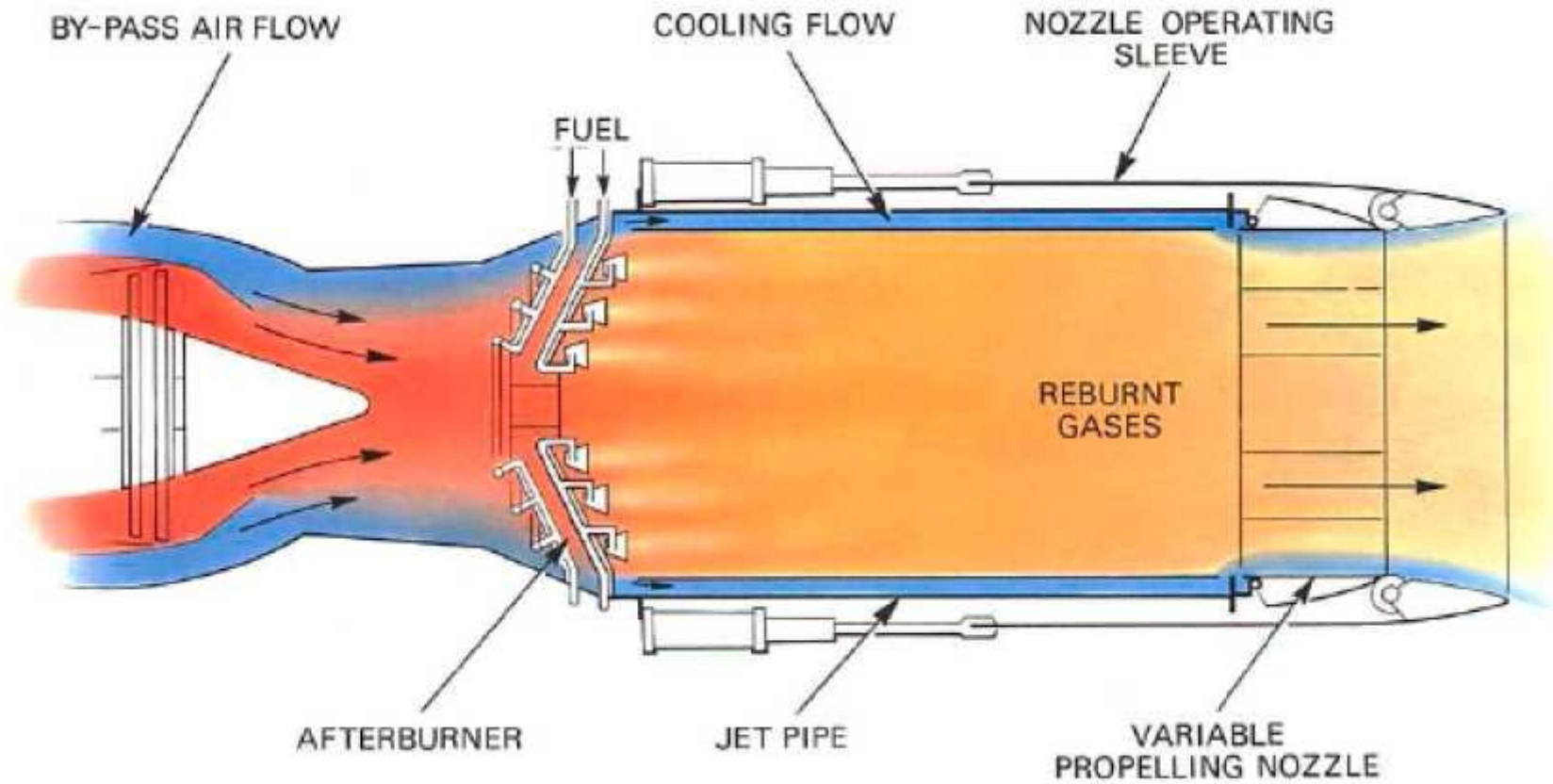


# Turbojato com afterburner

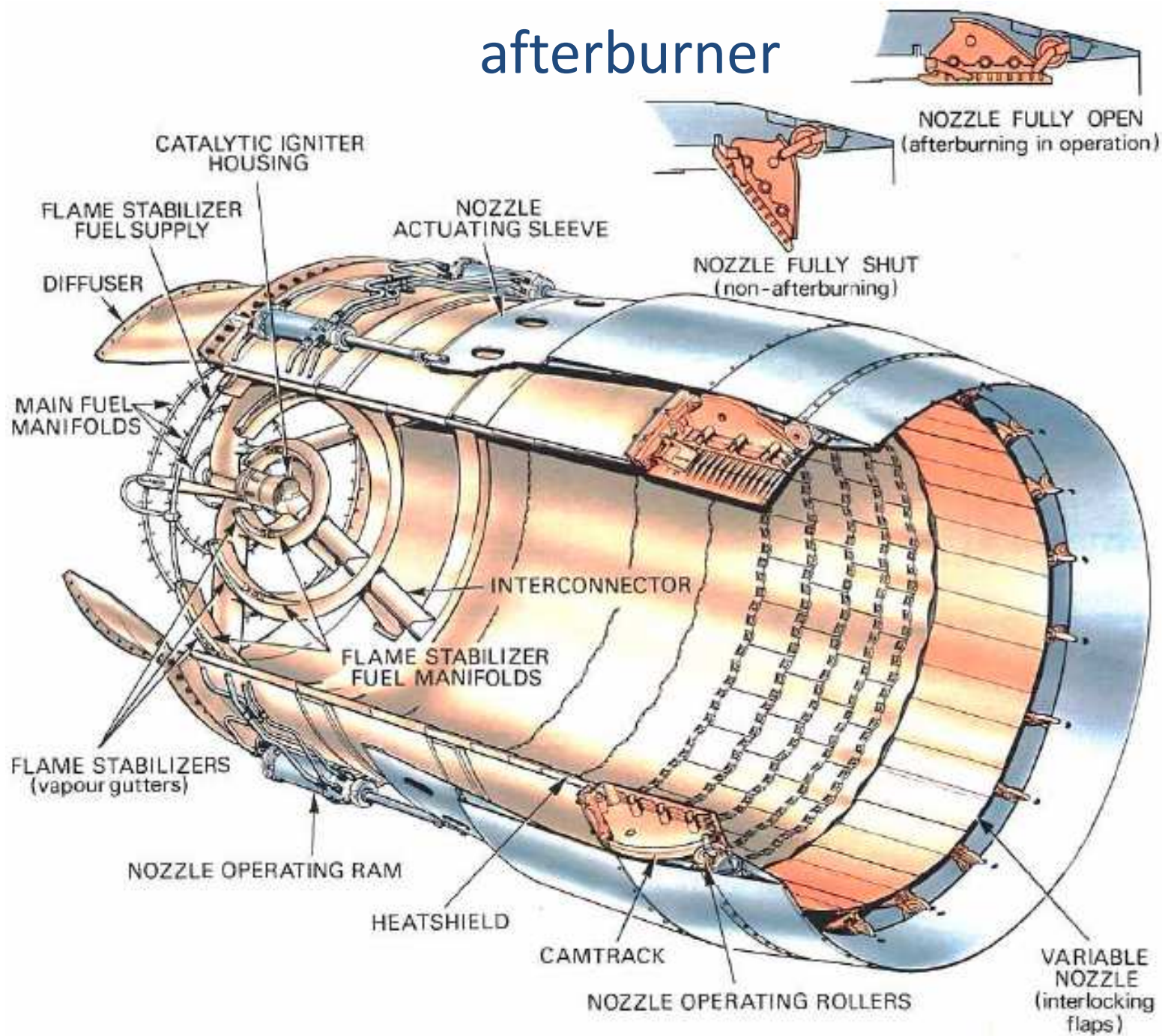
**J57 "B" SERIES AFTERBURNING MILITARY TURBOJET**  
**SEA LEVEL STATIC INTERNAL PRESSURES AND TEMPERATURES**  
**(TYPICAL)**

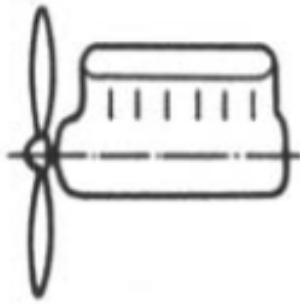


# Turbojato com afterburner

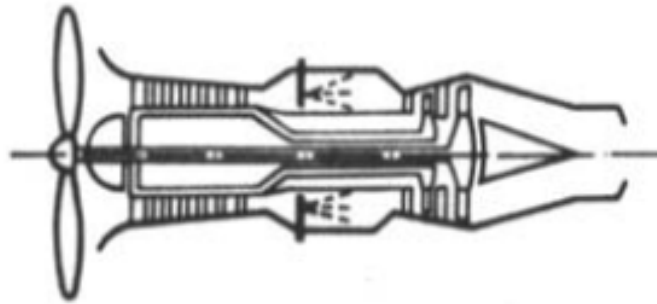


# afterburner

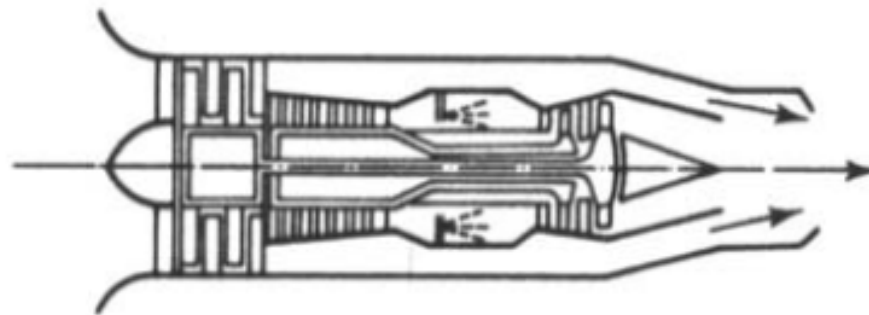




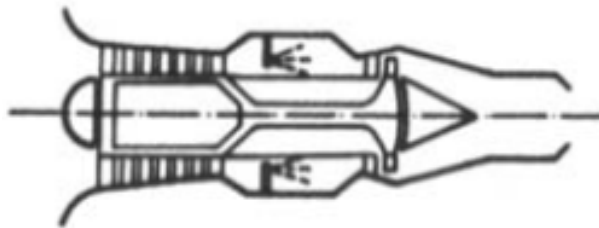
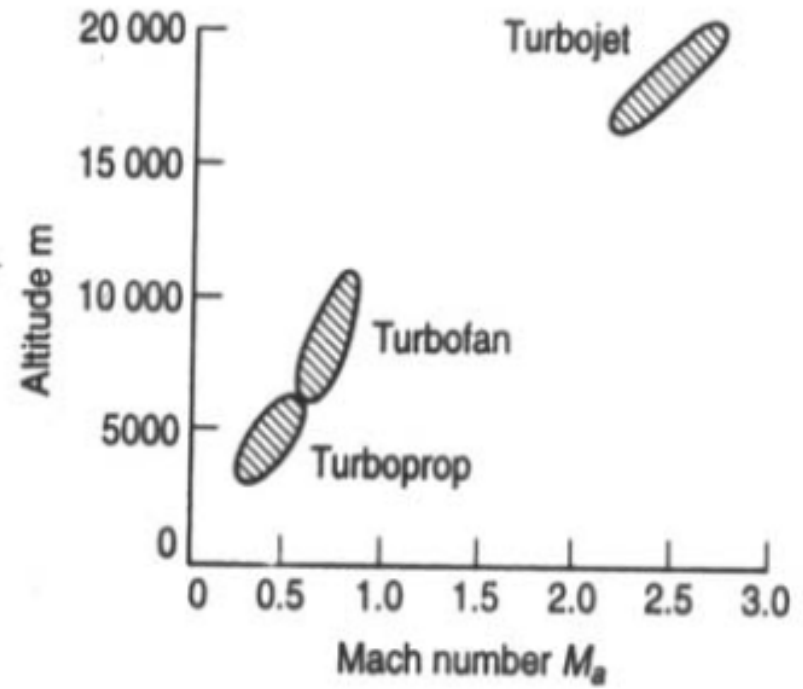
(a) Piston engine



(b) Turboprop engine



(c) Turbofan engine



(d) Turbojet engine



(e) Ramjet engine