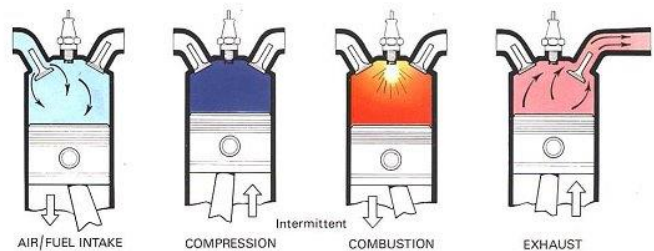
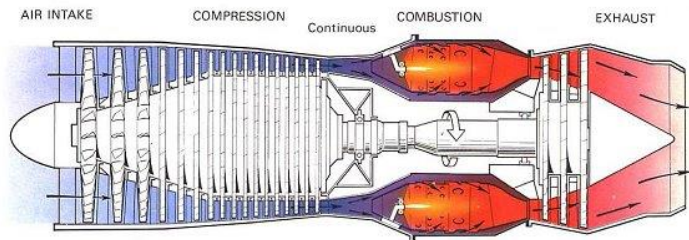


## 1. PRINCÍPIO BÁSICO

O funcionamento do motor a reação baseia-se na 3ª Lei de Newton (Lei da Ação e Reação, que foi estudada de forma mais profunda em teoria de voo).

Desenho em relação a explicação



## 2. FUNCIONAMENTO DO MOTOR A REAÇÃO

Seu funcionamento baseia-se pelo Ciclo de George **Brayton**, é um ciclo termodinâmico (ciclo constante) que aproveita a força expansiva dos gases queimados para dar a tração para a aeronave.

A grande diferença entre o Ciclo Otto (motor convencional) e o Ciclo Brayton é que nos motores a reação todas as fases acontecem ao mesmo tempo e em lugares diferentes do motor (**durante a combustão não ocorre aumento de pressão**), diferentemente dos motores a pistão que acontece uma fase de cada vez e no mesmo lugar do motor.

## 3. CONSTITUIÇÃO BÁSICA DO MOTOR A JATO

Para realizar na prática o princípio de funcionamento, o motor a jato é constituído de acordo com esse esquema:

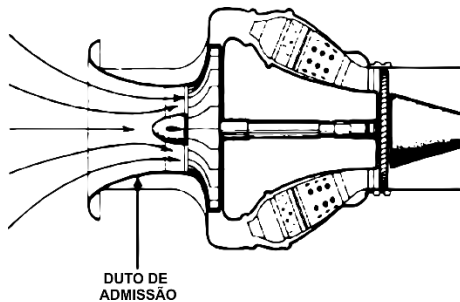
Desenhe de acordo com a compreensão da explicação em aula:



#### 4. COMPREENDENDO CADA PARTE DO MOTOR A REAÇÃO

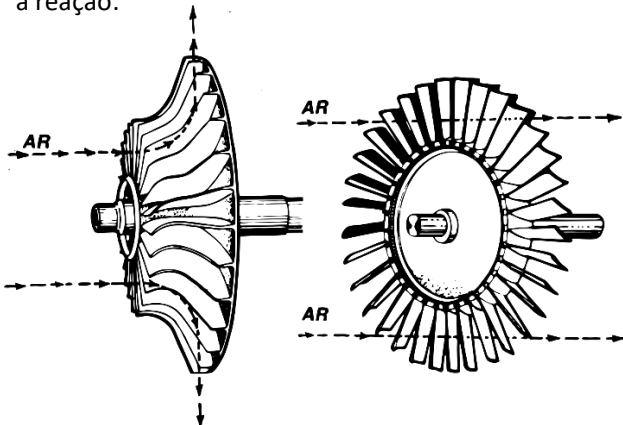
##### a) Duto de admissão

O duto de admissão tem como finalidade ordenar o fluxo de ar na entrada do motor, a fim de garantir o bom funcionamento do compressor.



##### b) O compressor tem a finalidade de comprimir o ar admitido.

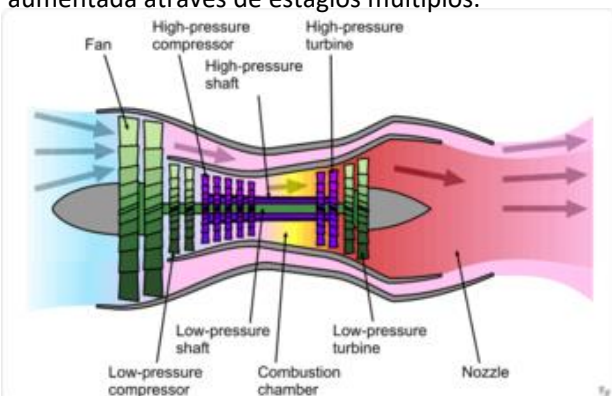
São usados dois tipos de compressores nos motores a reação:



**Compressor centrífugo** - O ar entra no sentido paralelo ao eixo e sai no sentido perpendicular ao mesmo.

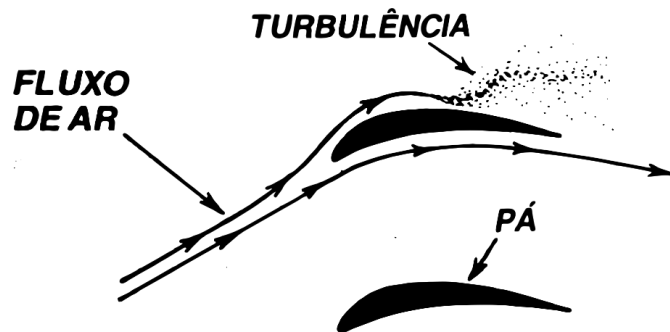
**Compressor axial** - O ar entra e sai no sentido paralelo ao eixo.

O compressor axial é melhor para comprimir volumes maiores de ar, e o centrífugo é melhor para pressão mais elevadas. Todavia, a pressão pode ser aumentada através de estágios múltiplos.



##### Estol do compressor

As pás do compressor axial devem receber um fluxo de ar uniforme e no ângulo apropriado. Caso contrário, o fluxo se tornará turbulento, reduzindo drasticamente a taxa de compressão. Este fenômeno é o **estol de compressor**, que se baseia no mesmo princípio do estol estudado em Teoria de Voo, porém aqui é associado às “blades” ou “pás” que compõem o compressor.

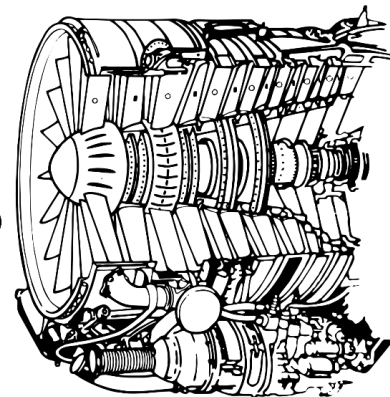


#### Estol do Compressor

##### Estator (Compressor axial)

Além do rotor giratório, o compressor possui um estator formado por pás ou lâminas estacionárias. De forma que as “blades ou pas” do compressor tem a função de puxar ar e comprimí-lo e as estaturas tem a função de direcionar esse ar com melhor ângulo para o interior da câmara de combustão, evitando assim o Estol de Compressor.

Compressor do motor Rolls Royce 'Conway'  
As pás do estator estão indicadas pelo sinal (○) e as do rotor pelo sinal (■)



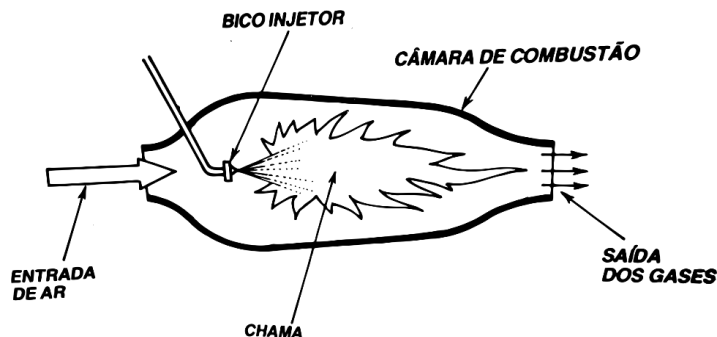
##### Lâminas ou pás variáveis do estator (“Variable stator vanes”)

Alguns motores possuem essas lâminas estadoras com ângulo variável, as quais corrigem constantemente o fluxo de ar sobre as lâminas rotativas conforme o regime (potência) do motor é alterada, a fim de evitar o estol de compressor.



### c) Câmara de Combustão

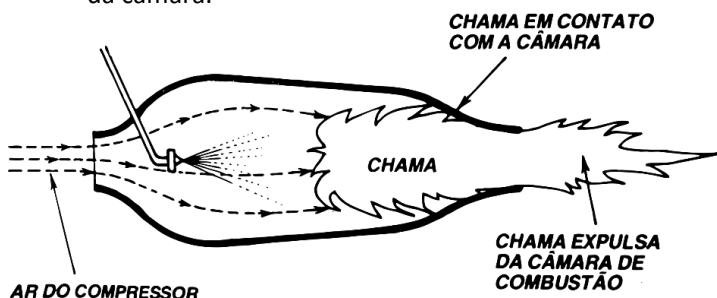
O volume de ar comprimido produzido pelo compressor é relativamente modesto e não se compara com o fluxo do jato do motor. Essa transformação ocorre na câmara de combustão. Em princípio, a câmara de combustão é apenas um tubo suficientemente alargado para acomodar a expansão dos gases da combustão. Sem esse alargamento, o ar não teria como se expandir e a pressão aumentaria (em vez de se manter ou diminuir um pouco), fazendo o ar retornar ao compressor.



### Os problemas da chama

Há dois problemas a serem resolvidos no projeto da câmara de combustão:

- Evitar que a chama seja soprada para fora da câmara.
- Evitar que a chama cause a fusão do material da câmara.



### Deficiências da Câmara de Combustão Elementar

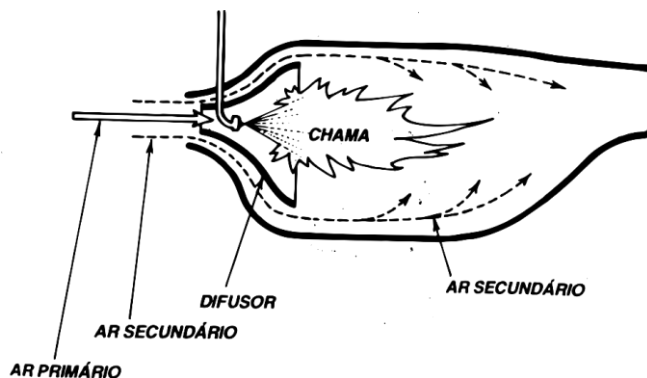
#### Ar primário e ar secundário

Para solucionar os problemas da chama, o fluxo de ar é dividido em duas partes:

**O ar primário**, que corresponde a cerca de  $\frac{1}{4}$  do total, e entra num setor alargado que funciona como difusor, onde a velocidade diminui e o fluxo torna-se turbulento (através de artifícios como alhetas de turbilhamento), facilitando a mistura do ar com o combustível.

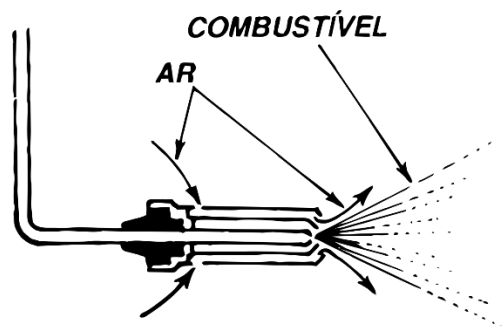
**O ar secundário**, que corresponde a cerca de  $\frac{3}{4}$  do total, não participa da queima. Ele contorna o difusor e mistura-se com os gases quentes, expandindo-se para gerar tração.

O ar secundário forma também uma camada fria que protege a câmara do excesso de calor.

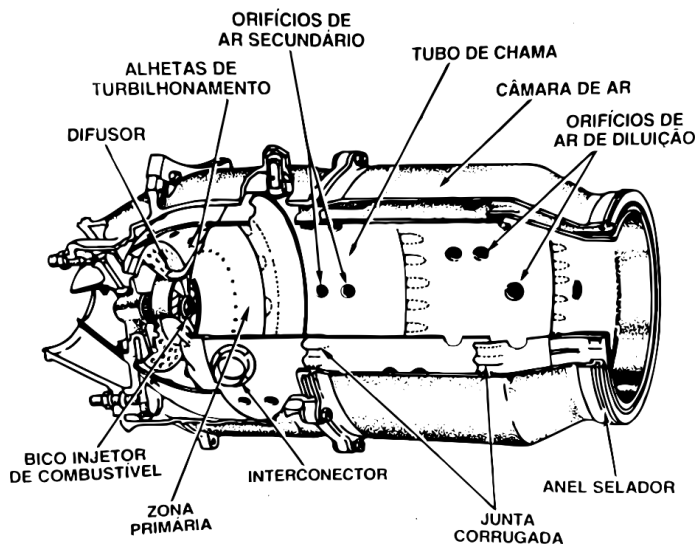


### Bico injetor

O bico injetor recebe combustível sob pressão e o pulveriza finamente para misturá-lo com o ar primário. Além do combustível, o bico injetor recebe também um pequeno fluxo de ar do compressor, a fim de evitar a formação e o depósito de carvão no orifício de pulverização. O ar fornece oxigênio para permitir a combustão das partículas de carvão, transformando-as em gás carbônico.



Abaixo temos uma figura que representa uma câmara de combustão com todos os recursos necessários ao funcionamento real.





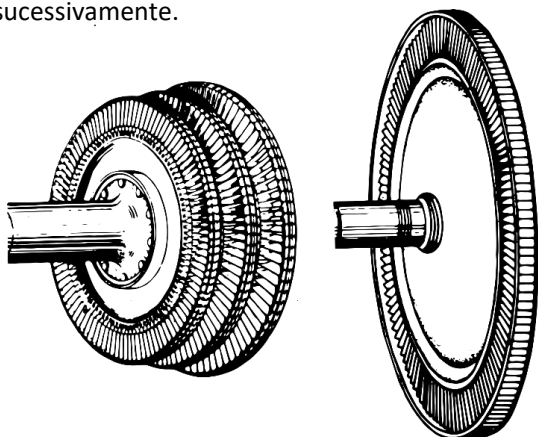


## d) Turbina

A turbina serve para extrair potência dos gases queimados, a fim de acionar o compressor e outros acessórios. Nos motores aeronáuticos são usados somente turbinas do tipo axial.

As pás das turbinas estão sujeitas a altíssimas temperaturas, e por isso são fabricadas com materiais resistentes ao calor, podendo ter canais e orifícios de resfriamento através de ar comprimido. Além das lâminas rotativas, a turbina possui também lâminas fixas que constituem o estator.

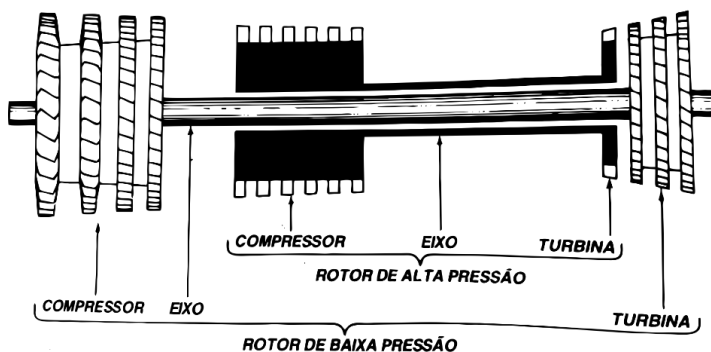
A turbina é peça chave para o funcionamento de todo o motor, de forma que o ar que passa por ela possui energia suficiente para girá-la, giro que será transmitido aos compressores através de um eixo ao qual ambos estão conectados; de forma que sempre que a turbina gira, os compressores também giram e por sua vez comprimem mais ar para serem queimados e passarem pela turbina, rotacionando novamente os compressores e assim sucessivamente.



## e) Motores com dois rotores

Nestes motores, há dois compressores e duas turbinas.

O rotor de alta pressão gira mais rapidamente, funcionando numa faixa de pressão mais elevada. Essa subdivisão da carga de trabalho aumenta a eficiência e ajuda a reduzir a possibilidade de estol de compressor.



## f) Bocal Propulsor

Um motor a reação poderia funcionar sem o bocal propulsor, mas os gases deixariam a turbina ainda pressurizada, desperdiçando essa energia na atmosfera. O bocal propulsor serve para aproveitar a energia de pressão, aumentando a velocidade dos gases, e ainda corrigir o fluxo que se encontra desalinhado ao deixar a turbina.

