



## Conteúdo

1. Introdução e Objetivos
2. Principais Componentes de Sistemas Rotativos
3. Tipos Fundamentais de Rotores
4. Velocidade Crítica de Rotores
5. Referências



# Conteúdo

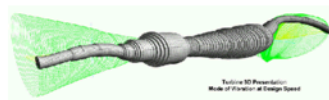
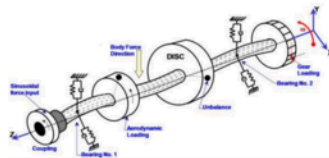
- 1. Introdução e Objetivos**
2. Principais Componentes de Sistemas Rotativos
3. Tipos de Rotores
4. Velocidade Crítica de Rotores
5. Referências

## ❑ Introdução e Objetivos

- Dinâmica de rotores é o campo da engenharia que estuda o comportamento de sistemas mecânicos que possuem algum componente, geralmente denominado **rotor**, que rotaciona livremente em torno de um **eixo fixo no espaço** apoiado em mancais.
- O estudo da dinâmica de sistemas rotativos ganhou destaque a partir da segunda metade do século XIX, devido ao então **aumento das velocidades de rotação** de vários elementos de máquina, em particular dos rotores de turbinas à vapor. Nesse período inicial, destacam-se os trabalhos de **Rankine, De Laval e Jeffcott**.
- Máquinas rotativas são amplamente utilizadas para a **transmissão de potência**, e o entendimento do comportamento dinâmico das mesmas é essencial para o projeto de sistemas com rotações moderadas e elevadas.



Rotor de uma turbina à gás. Fonte: [GE News](#).



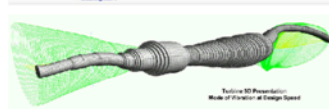
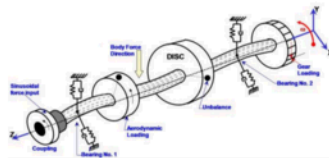
Vibração lateral de um rotor de turbina à gás na velocidade de operação. Fonte: [RBTS - Rotor Bearing Technology & Software](#).

## ❑ Introdução e Objetivos

- **Exemplos de sistemas rotativos:** compressores, bombas centrífugas, turbocompressores, turbomáquinas (aeronáuticas, hidráulicas, a vapor/gás, turbinas eólicas), virabrequim, etc
- O objetivo principal das análises de sistemas dinâmicos rotativos é calcular as vibrações laterais e torcionais de rotores de forma a manter as amplitudes e esforços associados à vibração dentro de limites aceitáveis.
  - Análise modal
  - Resposta no tempo
  - Balanceamento
- Neste curso, apenas conceitos fundamentais da dinâmica e balanceamento de rotores serão apresentados.



Rotor de uma turbina à gás. Fonte: [GE News](#).



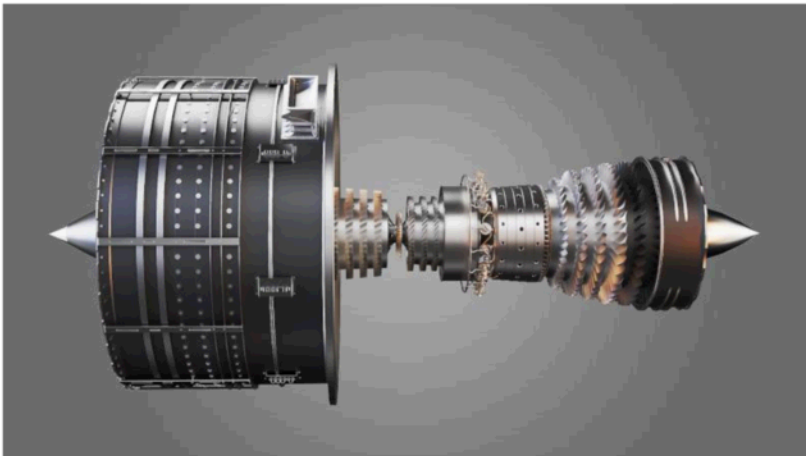
Vibração lateral de um rotor de turbina à gás na velocidade de operação. Fonte: [RBTS - Rotor Bearing Technology & Software](#).

## ❑ Introdução e Objetivos (Exemplos)

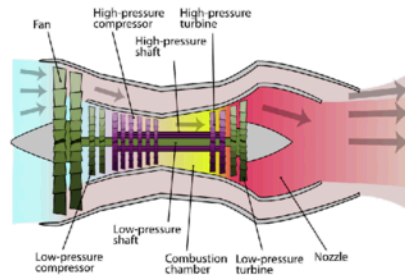


Rotor de uma turbina à gás. Fonte: [GE News](#).

## ❑ Introdução e Objetivos (Exemplos)



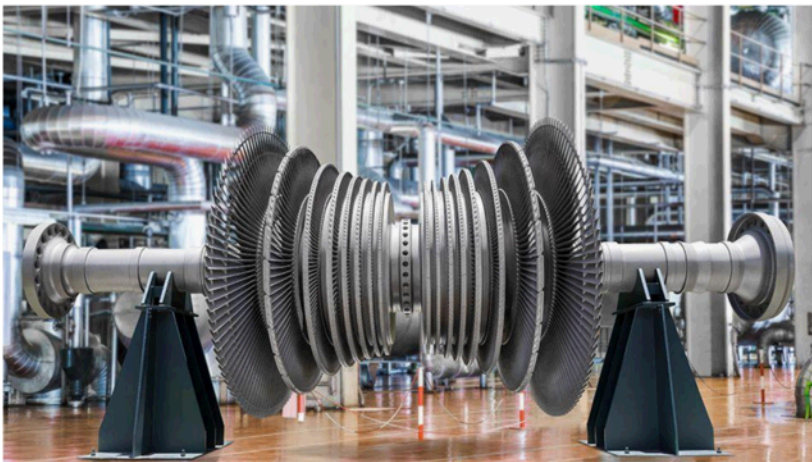
Rotor de um motor aeronáutico com múltiplos estágios. Fonte: [SIEMENS Simcenter](#).



Seção transversal de um motor aeronáutico com múltiplos estágios. Fonte: [SIEMENS Simcenter](#).



## ❑ Introdução e Objetivos (Exemplos)

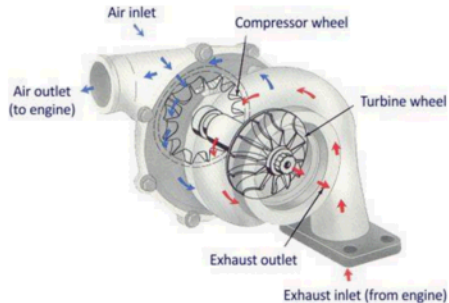


Rotor de uma turbina à vapor. Fonte: [CADFEM - Rotordynamics Training Course](#).

## ❑ Introdução e Objetivos (Exemplos)



Rotor de um turbocompressor sendo balanceado. Fonte: [TURBOMED - Dynamic Balancing](#).



Construção e fluxo de gases em um turbocompressor automotivo.  
Fonte: [DIESELNET - Turbocharger Fundamentals](#).





## Conteúdo

1. Introdução e Objetivos
- 2. Principais Componentes de Sistemas Rotativos**
3. Tipos Fundamentais de Rotores
4. Velocidade Crítica de Rotores
5. Referências

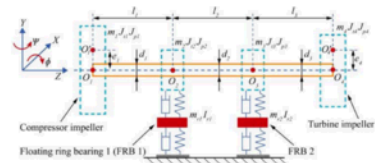
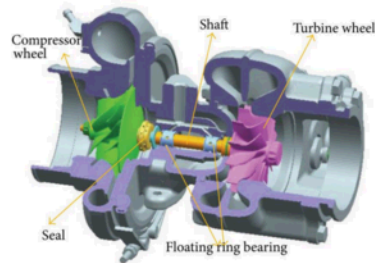
## ❑ Principais Componentes de Sistemas Rotativos

➤ Sistemas rotativos são geralmente constituídos pelos seguintes componentes:

Componentes Fixos\*

- **Rotor:** eixo e demais elementos acoplados ao mesmo (e.g., discos, pás, etc.) que compõem o conjunto rotativo do sistema.
- **Mancais:** apoiam o rotor para que o mesmo possa rotacionar livremente em torno de um eixo fixo no espaço, e fornecem rigidez e amortecimento adicionais importantes para a estabilização e redução da vibração do sistema.
- **Selos Mecânicos:** previnem a entrada/saída de fluido de trabalho ou lubrificante do sistema.
- **Base ou Estator:** estrutura que sustenta o sistema rotativo.

➤ Todos esses componentes possuem propriedades de massa, rigidez e amortecimento. Entretanto, dependendo das condições operacionais, das características de projeto (geometria, materiais, etc) e do nível de acurácia desejado, tais propriedades podem ser negligenciadas das análises.



Componentes de um turbocompressor automotivo e modelo dinâmico do rotor. Fonte: [Zhai et al. 2014](#) e [Zhang et al. 2022](#).