

Seminário Internacional de VANT - 2010

SIVANT 2010

27 a 29 de outubro de 2010

São José dos Campos - SP



Realização



**Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica**

Apoio



Patrocínio



Propulsão de VANTs

Estado atual e perspectivas



28 de Outubro de 2010



PRICE INDUCTION
BRASIL

SUMÁRIO

1. SISTEMAS PROPULSIVOS: TECNOLOGIA DISPONÍVEL

- 1.1. *Motores elétricos*
- 1.2. *Motores térmicos a pistão*
- 1.3. *Turbinas a gas*

2. ESPECIFICIDADE DE MOTORES PARA VANTS

- 2.1. *Procedimento de escolha*
- 2.2. *Requisitos específicos*

3. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS

- 3.1. *O mercado dos VANTS “MALE”*
- 3.2. *Considerações técnicas*
- 3.3. *Visão da Price Induction*



1. TECNOLOGIA DISPONÍVEL

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



Fonte de energia	Bio-química	Carga elétrica Radiação solar, células fotovoltaicas	Eletrólito
Armazenamento	Tanque de combustível	Bateria	Tanque de eletrólito
Conversão em energia mecânica	Motor de combustão interna	Motor elétrico	Célula combustível + Motor elétrico
Conversão em propulsão	Pistão ↓ Rotor, fan, hélice Turbina ↓ Jato	Rotor – fan ou hélice	Rotor – fan ou hélice



1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

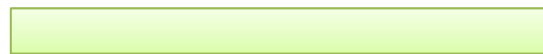
- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



1. TECNOLOGIA DISPONÍVEL

1.1 MOTORES ELÉTRICOS

Faixa de potência (VANTs)



de 0 até 10 kW

Características:

- **Assinaturas térmica e acústica baixíssimas**
- Bateria alimenta o motor + os sistemas
- **Autonomia e desempenho dos sistemas limitados**
- Utilizados hoje somente para Micro e Mini VANTs

1.2 MOTORES TÉRMICOS A PISTÃO

Faixa de potência (VANTs)



de 5 até 300 kW

Características:

- **Arquitetura 2 tempos, 4 tempos, rotativo**
- **Motor mais usado para VANTs**
- Custo baixo
- Consumo menor com potência reduzida
- Eficiência e performance aumentam com maior complexidade, peso (e custo!)
- Vários fabricantes de motores de baixa potência sem tradição aeronáutica (mudando)
- **Vibrações fortes e picos de torque**

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



1.2 MOTORES TÉRMICOS A PISTÃO

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRICE INDUCTION
BRASIL

2 TEMPOS	4 TEMPOS
Consumo específico (SFC): 0,4-0,6 kg/kW.h	Consumo específico (SFC): 0,3-0,4 kg/kW.h
Mais quente	Mais econômico
Usado p/ aplicações de menor alcance e autonomia	Usado p/ aplicações de maior alcance e autonomia
Torque mais suave	Mais pesado



1.2 MOTORES TÉRMICOS A PISTÃO

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

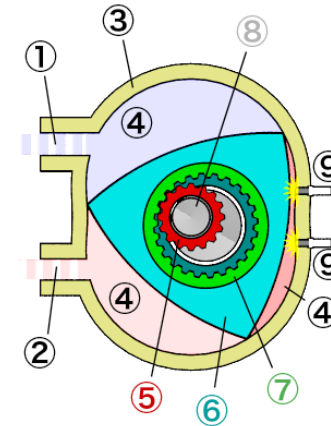
- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRICE INDUCTION
BRASIL



Motores rotativos



Problemas históricos praticamente resolvidos:
vibração torsional, desgaste rápido (vida útil curta)

Principais vantagens: **número de peças reduzido, manutenção simplificada, vibrações menores**

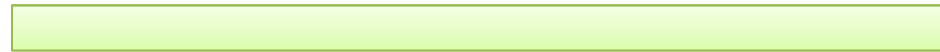
más...

poluição maior (combustão imperfeita)

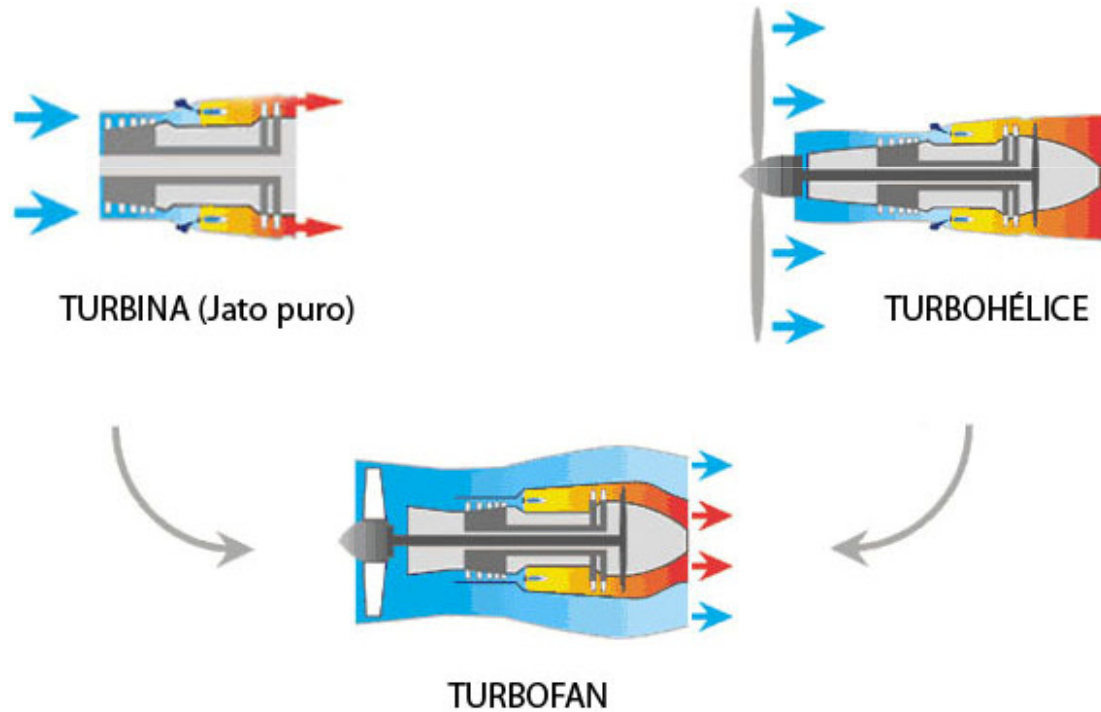
USADOS NO HERMES 180 E 450 (IAI)

1.3 TURBINAS A GAS

Faixa de potência (VANTs)



de 300 kW para cima



1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



COMPARAÇÃO GENÉRICA DAS TURBINAS A GAS COM OUTROS MOTORES

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRÓS

Relativamente silenciosas comparadas com motores a pistão.

Variações de potência “suaves” (smooth): traz uma vantagem quando o VANT carrega equipamentos sensíveis

Grande **confiabilidade**

Kerosene

Ótima relação potência por unidade de massa do motor
(combinam leveza e potência)

CONTRAS

Preço unitário maior

Necessitam **manutenção especializada**

Prazo para desenvolvimento de um novo motor é geralmente superior ao desenvolvimento de uma aeronave

Existem poucas turbinas projetadas especificamente para aeronaves “lentas” de 1 a 3 toneladas (Predator B, IAI Heron, Denel Bateleur,...)

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRICE INDUCTION
BRASIL

Sobre o Turbojato...

Os turbojatos não geram potência no eixo para girar um fan ou uma hélice mas **uma força de empuxo** pela ejeção dos gases quentes.

A eficiência máxima ocorre quando a velocidade do jato residual no ar após a passagem da aeronave é quase nula, em consequência **os turbojatos são eficientes somente para altas velocidades.**

Usados principalmente em mísseis, que não deixam de ser um tipo de VANT.

Exemplo: o míssil Storm Shadow (Scalp EG – MBDA) motorizado por um TRI 60 da **Microturbo** – turbojato com compressor axial de 4 estágios.



1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



Sobre o Turbohélice...



Heron TP em vôo, equipado de 1x PT6A (Pratt & Whitney) de 900 kW (turbohélice)

Ao contrário do turbojato o turbohélice não gera empuxo mas somente **potência no eixo**, transmitida a uma hélice ou a um rotor de helicóptero.

Por este motivo ele é muito mais eficiente para vôo de baixa velocidade e altitude limitada.

O **custo** e a **complexidade** (em consequência a **dificuldade de manutenção**) do turbohélice são geralmente maiores do que das outras turbinas a gas (turbojato e turbofan).

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

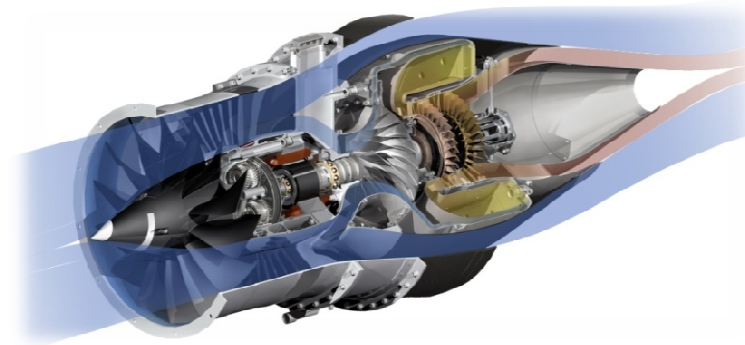
- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



Sobre o Turbofan...



DGEN 380 da Price Induction – turbofan de corpo duplo e compressor axial

O turbofan é um motor **intermediário entre turbojato e turbohélice**: uma parte da energia de combustão é convertida em empuxo (ejeição rápida de gases quentes) e outra parte é transmitida ao fan (papél da hélice no caso do turbohélice).

A razão entre o fluxo que passa no duto (fan + carenagem) e o fluxo passando no centro do motor (queimado) é chamada de **razão de diluição**, em inglês **BYPASS RATIO**.

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



Sobre o Turbofan...

Comportamento de turbofan de baixa diluição (*low bypass*)

A maior parte do fluxo é usada para gerar empuxo, **como no turbojato**. Os turbofans de baixa diluição (tipicamente de 0:1 até 1:1) são adaptados para vôo de **alta velocidade**.

Comportamento de turbofan de alta diluição (*high bypass*)

Eles atuam com fluxo maior passando no fan e na carenagem, **como o turbohélice**: mais eficiente a moderada ou **baixa velocidade**.

Os turbofans abrem um leque de combinações possíveis entre altitude e velocidade, segundo as necessidades da missão da aeronave.

CONSUMO ESPECÍFICO - COMPARAÇÃO

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

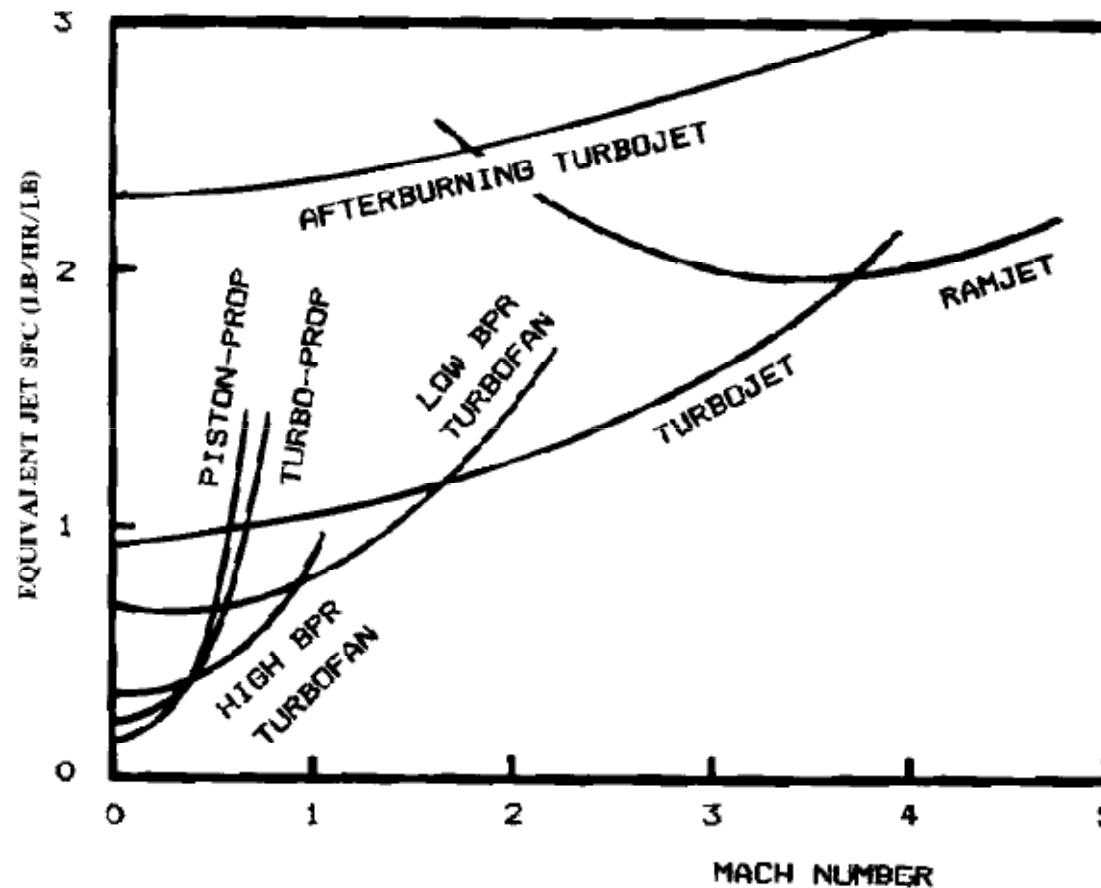
- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRICE INDUCTION
BRASIL



* D P Raymer – Aircraft design: a conceptual approach

2. ESPECIFICIDADE DE MOTORES P/ VANTS

2.1 PROCEDIMENTO DE ESCOLHA

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTS

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTS MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



**Aeronaves
< 500 kg**

(μ até MR)

Soluções de aeromodelismo
ou
Solução sob medida



**Aeronaves
> 500 kg**

*(opcionalmente
pilotadas ou não)*

Mesmo processo que p/ aeronaves pilotadas

Soluções da aviação tripulada
(baseadas na missão da aeronave)
+
eventualmente: requisitos específicos

2.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS

Quais são esses eventuais requisitos específicos ?

Comparação com aviões pilotados: **requisitos a mais ou a menos**

Muitas vezes:

a +

- FADEC imprescindível (com softwares personalizados)
- Furtividade (*stealth*)
- Preferência p/ combustíveis “pesados” (*heavy fuels*): DIESEL ou KEROSENE (Boeing Scan Eagle, Honeywell RQ-16,...)
- Integração
- Resistência (*endurance*)
- Manobras acrobáticas

a -

- Flexibilidade p/ posição do(s) motor(es)
- Regulamentação
- Segurança da tripulação
- Posição dos tanques de combustível

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Espicificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



3. EVOLUÇÃO E TENDÊNCIAS

3.1 CONSIDERAÇÕES MERCADOLÓGICAS

1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Espicificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



Para VANTs tipo MALE

Aeronave de 1000 a 3000 kg geralmente

Até hoje nenhum fabricante desenvolveu um motor específico para VANTs dessa categoria. Necessidade de achar uma solução existente na aviação tripulada, eventualmente modificada.



3.2 CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS

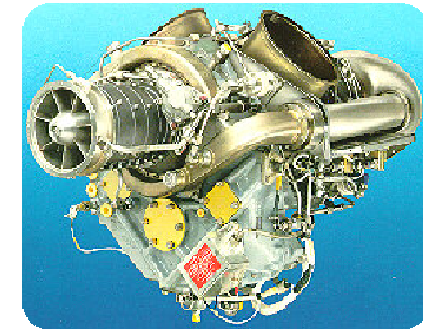
Evolução rápida das tecnologias de comunicação,
controle e sensoriamento



Aeronaves cada vez menores

Turbohélices e turbofans começam
ter eficiência maior que outros
motores (potência/peso) a partir de
200 kW.

Hoje existem poucos motores deste
tamanho pois a aviação tripulada
prefere motores a pistão nesta faixa
(1000 kg)



1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRICE INDUCTION
BRASIL

3.3 VISÃO DA PRICE INDUCTION

- Empuxo (TOP): 390 daN (860 lb)
- Equivalente potência no eixo: 385 kW
- Flat Rating until ISA + 10
- Bypass ratio: 15
- T41 : 1234K
- Peso: 90 Kg



ARAM 390 – Price Induction

Originalmente desenvolvido para mercado nascente de PLJs (*Personal Light Jets*), tripulados.



1. Tecnologia disponível

- 1.1. Motores elétricos
- 1.2. Motores a pistão
- 1.3. Turbinas a gas

2. Especificidade de motores para VANTs

- 2.1. Procedimento de escolha
- 2.2. Requisitos específicos

3. Evolução e tendências

- 3.1. Os VANTs MALE
- 3.2. Considerações técnicas
- 3.3. Visão da Price Induction



PRICE INDUCTION
BRASIL

3.3 VISÃO DA PRICE INDUCTION

Peso decolagem:	2 800 kg
Tempo de vôo:	22 horas
Altitude max:	25 000 ft (7 600 m)
Envergadura:	16,5 m
Carga paga:	350 kg
Combustível:	1 500 kg
Dist. de decolagem:	460 m (15m obst.)



VANT tipo MALE motorizado com 2x ARAM 390

PERGUNTAS?

Obrigado!

