

# 1 Introdução

5 Págs

## 2 Qualidade de Energia em Aeronaves

O mercado da aviação tem passado por uma mudança nos preceitos de desenvolvimento de sistemas que vão desde a utilização de novas tecnologias embarcadas até a mudança na concepção de operação da aeronave. Essa tendência vem ocorrendo de maneira natural como evolução do mercado pela demanda de aeronaves mais eficientes e competitivas. Nesse contexto há o conceito de *More Electric Aircraft* (MEA) e, como o próprio nome diz, essa concepção baseia-se em aeronaves cuja filosofia de projeto contempla o uso abundante de sistemas alimentados eletricamente com o objetivo de aumentar a eficiência e confiabilidade [1].

As aeronaves comumente possuem sistemas hidráulicos, pneumáticos e elétricos que passam a receber suas potências diretamente do eixo do motor da aeronave. Essa transferência de energia dá-se por caixas de engrenagens que condicionam a velocidade do eixo e o torque de modo a impulsionar bombas hidráulicas e geradores elétricos. Ainda há o sistema pneumático que possui como fonte de energia o sangramento de ar comprimido do motor [2]. Tais sistemas são imprescindíveis para o funcionamento operacional da aeronave visto que equipamentos que provêm a aeronavegabilidade e o conforto de cabine utilizam de tais sistemas. Essa topologia de projeto, contemplando a utilização destes sistemas, é comumente utilizada nas aeronaves comerciais e militares em geral.

O conceito de MEA não é exatamente novo, esse tema vem sendo estudado por décadas e a ideia de contemplar uma aeronave com a substituição de sistemas que necessitam de energia do motor por aqueles movidos por eletricidade está bem estabelecido [3]. Devido à falta de tecnologias de condicionamento de energia elétrica para utilização na indústria aeroespacial, seja pela baixa capacidade potência, seja pelo volume e peso excessivos, os conceitos de utilização abundante do sistema elétrico está sendo objeto de estudos para quando as tecnologias de conversão e geração de alta capacidade estiverem melhor estabelecidas. Desse modo, os sistemas hidráulicos e pneumáticos continuam sendo utilizados de maneira convencional [3, 2]. Contudo, o desenvolvimento de novas tecnologias nas áreas de eletrônica de potência, como semicondutores que aguentam maiores capacidade

de tensão e corrente, e na área de geração de energia elétrica, como geradores com maior eficiência, com maiores capacidades e densidade de energia por peso específico, vem tornando possível a implementação de sistemas elétricos que substituem parcialmente ou totalmente os sistemas hidráulicos ou pneumáticos. Isso pode ser visto nos mais recentes desenvolvimentos de aeronaves, como por exemplo o Boeing 787, onde a redução da emissão de CO<sub>2</sub> é 20% menor se comparado com o Boeing 767 [4].

O ganho não se dá apenas na redução do consumo de combustível e emissão de gases pela queima de combustíveis fósseis, mas há também a redução de peso e volume de sistemas, aumento de segurança, melhora na confiabilidade e manutenibilidade [1, 2, 4].

Dá de encher mais língua pelas referencias Abdelhafez2009, Abdel2012

## 2.1 Tendência de Aumento da Capacidade de Geração Elétrica em Aeronaves

Seguindo a tendência de aumentar a quantidade de sistemas elétricos para melhorar a eficiência em aeronaves, a geração desse tipo de energia teve de acompanhar a demanda de carga de modo a suprir o aumento vertiginoso de potência elétrica requerida. Com o avanço tecnológico nas áreas de geração e distribuição, o aumento de demanda de potência pode ser atendido pelo sistema elétrico, e ainda, seguindo os critérios impostos pelo projeto nos quesitos de peso, confiabilidade e eficiência. Com esse aumento na capacidade de geração e distribuição, cada vez mais os sistemas vêm sendo substituídos por sistema elétricos cujas funções substituem o emprego do sistemas hidráulicos e pneumáticos. Segundo [5], o aumento da capacidade de geração de energia aumentará significativamente com o a troca de sistemas que possuem equivalentes movidos pela energia elétrica. Esse aumento está acontecendo no cenário atual de mercado de aviação e esta tendência pode ser vista na figura 2.1. Ainda, elencando os dados da capacidade de geração ao longo do tempo segundo o critério da data de lançamento das aeronaves, pode-se notar que a capacidade de geração ao longo do tempo vem crescendo exponencialmente. Isso é demonstrado na figura 2.2.

Para o futuro

BOEING

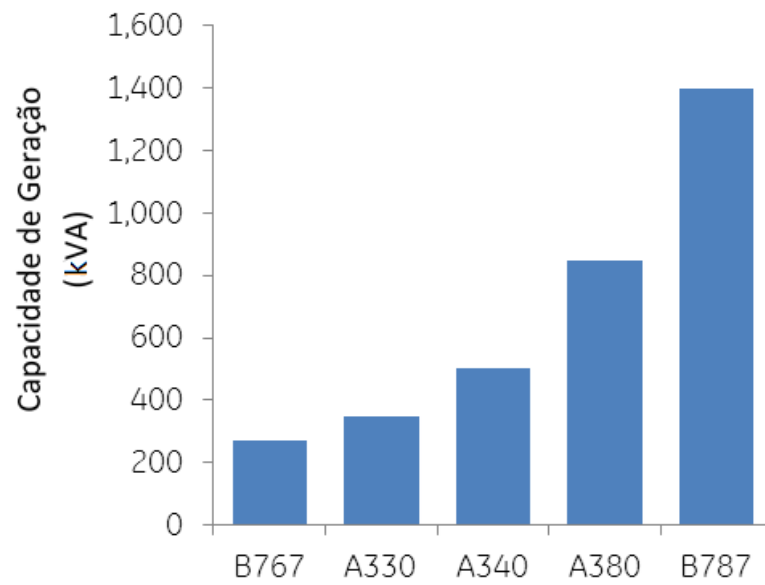


FIGURA 2.1 – Aumento capacidade de geração de aeronaves [5]

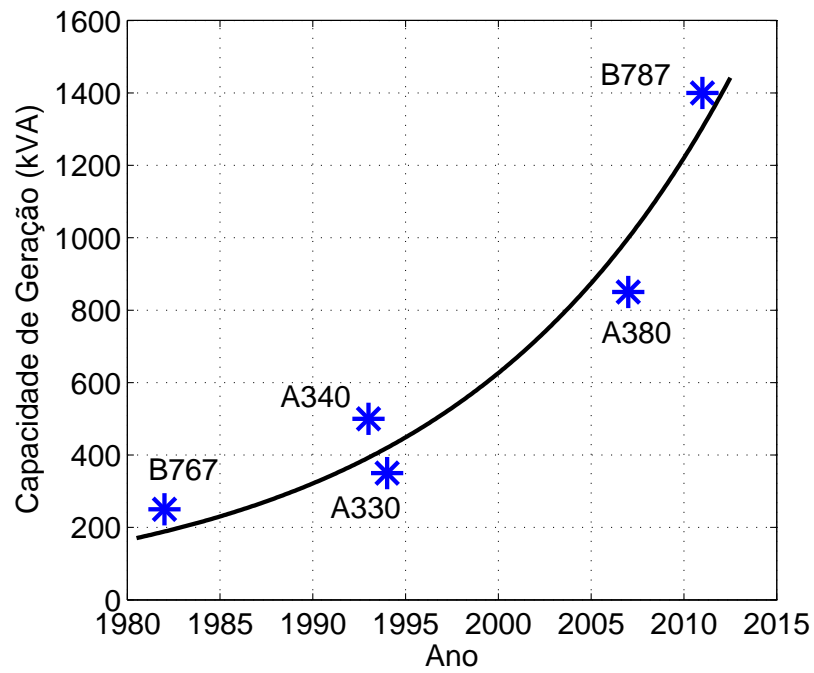


FIGURA 2.2 – Aumento da capacidade de geração ao longo dos anos

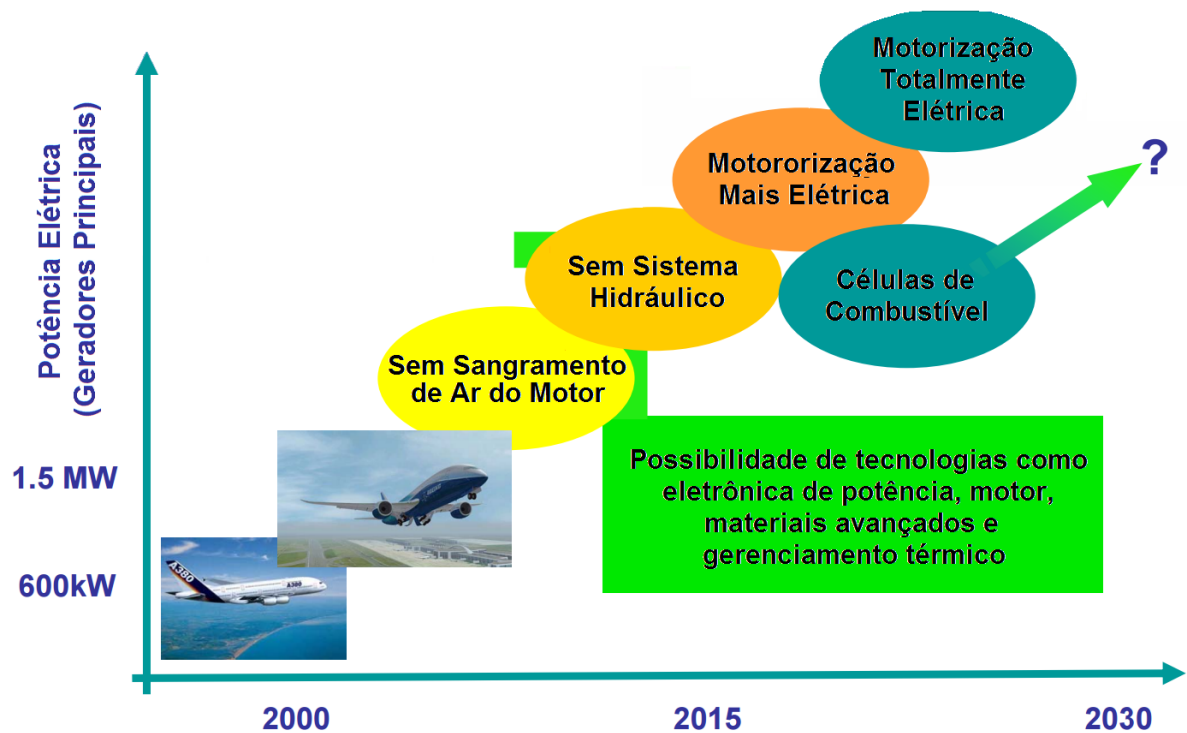


FIGURA 2.3 – Aumento da capacidade de geração ao longo dos anos

### 2.1.1 Tipos de Geradores e Sistemas de Distribuição

## 2.2 Análise de Cargas Elétricas em Aeronaves

Assim, o uso de conversores para alimentar cargas não lineares vem poluindo a rede o uso de cargas não lineares suja a rede, degradando a qualidade de energia

### 2.2.1 Atuadores Eletrohidrostáticos

[6]

## 2.3 Problemas Causados Pelas Harmônicas na Rede

os problemas da energia suja são

### **2.3.1 DO-160**

### **2.3.2 MIL-STD 704**

métodos são necessários para mitigar esse problema

### **2.3.3 Conversores com Alto Fator de Potência**

### **2.3.4 Filtros Passivos**

### **2.3.5 Filtros Ativos**

## 3 Filtros Ativos Em Sistemas Elétricos

30 Págs

### 3.1 Definição de Potência Ativa, Reativa e Fator de Potência

blbalbablablablablabal

#### 3.1.1 Definição de Potências em Sistemas Senoidais

#### 3.1.2 Definição de Potências em Sistemas Não-Senoidais

#### 3.1.3 Potência Instantânea Utilizando a Teoria P-Q

##### 3.1.3.1 Transformada de Clarke

### 3.2 Filtros Ativos

#### 3.2.1 Filtros Ativo Empregando a Teoria P-Q

## 4 Conceito de Conversor Estático na Aplicação de Filtros Ativos

40 Págs



## 5 Conclusão

5 Págs

## Referências Bibliográficas

- [1] MOIR, I. More-electric aircraft-system considerations. In: *IEE Colloquium on Electrical Machines and Systems for the More Electric Aircraft*. Londres: IET, 1999.
- [2] ABDEL-HAFEZ, A.; FORSYTH, A. A review of more-electric aircraft. In: *13th International Conference on Aerospace Science & Aviation Technology (ASAT-13)*. Cairo: Military Technical College, 2009.
- [3] ABDEL-HAFEZ, A. *Recent Advances in Aircraft Technology*. Arábia Saudita: INTECH, 2012. Cap. Power Generation and Distribution System for a More Electric Aircraft-A Review.
- [4] KARIMI, K. J. *Future Aircraft Power Systems - Integration Challenges*. [S.l.]: The Boeing Company, 2007.
- [5] SRIMOOLANATHAN, B. *Aircraft Electrical Power Systems - Charged with Opportunities*. 2008. Acessado em 29/03/2014. Disponível em: <<https://www.frost.com/sublib/display-market-insight.do?id=150507057>>.
- [6] RAJASHEKARA, K. More electric aircraft trends. *IEEE Electrification Magazine*, v. 2, 2014.

## FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                |                                         |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| 1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO<br>TD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2. DATA<br>25 de março de 2015 | 3. DOCUMENTO Nº<br>DCTA/ITA/TD-018/2015 | 4. Nº DE PÁGINAS<br>10 |
| 5. TÍTULO E SUBTÍTULO:<br>Modelagem de um Controlador de Atuador Eletrohidráulico para Estimativa de Demanda de Potência Elétrica, Fator de Potência e <i>Total Harmonic Distortion</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                         |                        |
| 6. AUTOR(ES):<br><b>João Paulo de Souza Oliveira</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                                         |                        |
| 7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES):<br>Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |                                         |                        |
| 8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR:<br>Cupim; Cimento; Estruturas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                |                                         |                        |
| 9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO:<br>Cupim; Dilema; Construção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                         |                        |
| 10. APRESENTAÇÃO: <input checked="" type="checkbox"/> <b>Nacional</b> <input type="checkbox"/> <b>Internacional</b><br>ITA, São José dos Campos. Curso de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica. Área de Sistemas Aeroespaciais e Mecatrônica. Orientador: Prof. Dr. Adalberto Santos Dupont. Defesa em 05/03/2015. Publicada em 25/03/2015.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                         |                        |
| 11. RESUMO:<br><p>Aqui começa o resumo do referido trabalho. Não tenho a menor idéia do que colocar aqui. Sendo assim, vou inventar. Lá vai: Este trabalho apresenta uma metodologia de controle de posição das juntas passivas de um manipulador subatuado de uma maneira subótima. O termo subatuado se refere ao fato de que nem todas as juntas ou graus de liberdade do sistema são equipados com atuadores, o que ocorre na prática devido a falhas ou como resultado de projeto. As juntas passivas de manipuladores desse tipo são indiretamente controladas pelo movimento das juntas ativas usando as características de acoplamento da dinâmica de manipuladores. A utilização de redundância de atuação das juntas ativas permite a minimização de alguns critérios, como consumo de energia, por exemplo. Apesar da estrutura cinemática de manipuladores subatuados ser idêntica a do totalmente atuado, em geral suas características dinâmicas diferem devido a presença de juntas passivas. Assim, apresentamos a modelagem dinâmica de um manipulador subatuado e o conceito de índice de acoplamento. Este índice é utilizado na sequência de controle ótimo do manipulador. A hipótese de que o número de juntas ativas seja maior que o número de passivas (<math>n_a &gt; n_p</math>) permite o controle ótimo das juntas passivas, uma vez que na etapa de controle destas há mais entradas (torques nos atuadores das juntas ativas), que elementos a controlar (posição das juntas passivas).</p> |                                |                                         |                        |
| 12. GRAU DE SIGILO:<br><input checked="" type="checkbox"/> <b>OSTENSIVO</b> <input type="checkbox"/> <b>RESERVADO</b> <input type="checkbox"/> <b>CONFIDENCIAL</b> <input type="checkbox"/> <b>SECRETO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                |                                         |                        |