



Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Electromagnetic VTOL Aircraft

(Aeronave Eletromagnética de Decolagem e Pouso na Vertical)

Valter Barbosa Junior, Eng.

Engenharia Mecatrônica na POLI USP de 1989 a 1993

Curso Técnico de Manutenção de Aeronaves, incluindo Motores, Células e
Aviônicos na EWM de 2009 a 2011

Piloto Privado Teórico de Helicóptero na EWM em 2012

Pós-Graduação em Engenharia Aeronáutica no ITA de 2012 a 2018

Montagem do livro “O Voo das Abelhas” durante a Pós-Graduação

Início da montagem do livro “emVTOL Aircraft” em 8 de maio de 2019

Índice:

- 1) Princípios de aeronaves VTOL
- 2) Decolagem e Pouso na Vertical (sem uso de pista)
- 3) Asas Rotativas (Rotores)
- 4) Helicópteros (Aplicação para Edifícios)
- 5) Tilt-Rotors
- 6) Tandem (Aplicação para Porta-aviões)
- 7) Drones (bi-rotor, quadri-rotor, hexa-rotor e octa-rotor)
- 8) Carros Voadores
- 9) Motos Voadoras
- 10) Dirigíveis (Blimps)
- 11) Empresas no Mundo de Carro e Moto Voadores
- 12) Combustíveis fósseis
- 13) Bateria Elétrica (íon de lítio)
- 14) Controle e Monitoramento do consumo de bateria
- 15) Autonomia total da bateria da aeronave
- 16) Recarga da bateria
- 17) Maior Economia quando comparado a Helicópteros e Drones
- 18) Maior Segurança
- 19) Menor Vibração e Ruído
- 20) Sem turbulência
- 21) Sem Poluição
- 22) Sustentável e Recarregável
- 23) Menor Custo de Fabricação
- 24) Menor Custo de Manutenção
- 25) Menor Custo de Operação
- 26) Pilotagem mais fácil e simples
- 27) Lei de Biot-Savart e de Lorentz
- 28) Motores Elétricos
- 29) Propulsão Eletromagnética para Rotores
- 30) Princípio de Permeabilidade Magnética
- 31) Sistema de Propulsão Eletromagnética (autonomia máxima)
- 32) Sistema VTOL de Propulsão Eletromagnética
- 33) Materiais do Sistema de Propulsão Eletromagnética

- 34) Estrutura de Polietileno
- 35) Bobina de Alumínio Esmaltado
- 36) Bobina de Aço Inox Revestido
- 37) Material Composto de Fibra de Carbono
- 38) Controle de Corrente na Bobina de Alumínio
- 39) Controle de Corrente na Bobina de Aço Inox
- 40) Controle das condições de Peso das Aeronaves
- 41) Comparação entre o Consumo de Energia de Sistema de Propulsão Eletromagnética e Sistema de Asa Rotativa
- 42) Placas Solares
- 43) Vantagens do Sistema de Propulsão Eletromagnética em relação aos princípios de Asa Rotativa
- 44) Sensores de Altitude
- 45) Sensores de Velocidade
- 46) Sensores de Proximidade frontal e lateral de Obstáculo Fixo ou Móvel
- 47) Estabilidade e Centro de Gravidade
- 48) Adaptação para Veículos Terrestres
- 49) Adaptação para Veículos Espaciais
- 50) Adaptação para Veículos Aquáticos
- 51) Grafeno
- 52) Estrutura Mecânica para Bikes
- 53) Estrutura Mecânica para Skates
- 54) Estrutura Mecânica para Prancha de Surf
- 55) Estrutura Mecânica para Patins
- 56) Estrutura Mecânica para Tênis
- 57) Estrutura Mecânica para Patinetes
- 58) Estrutura Mecânica para Jetpacks
- 59) Estrutura Mecânica para Motos (Scooter)
- 60) Estrutura Mecânica para Carros
- 61) Estrutura Mecânica para Caminhões
- 62) Estrutura Mecânica para Ônibus
- 63) Etanol
- 64) Célula de Combustível
- 65) Ímã Líquido ou Ferrofluido
- 66) Sistema de Navegação (Joystick principal e reserva)
- 67) Sistema de Controle de Altitude (para cada Propulsor)
- 68) Sistema de Controle de Velocidade (para cada Propulsor)

- 69) Sistema de Controle de Guinada (bússola Eletrônica)
- 70) Sistema Eletrônico de Controle
- 71) Modelo de Segurança com Paraquedas Principal
- 72) Modelo de Segurança com Paraquedas Reserva
- 73) Modelo de Segurança com Airbags
- 74) Utilização de Capacete
- 75) Utilização de Roupas de Proteção
- 76) Processo de decolagem na vertical
- 77) Processo de voo pairado
- 78) Processo de pouso na vertical
- 79) Processo de navegação na horizontal
- 80) Processo de aceleração na horizontal
- 81) Processo de desaceleração na horizontal
- 82) Processo de voo para retaguarda
- 83) Processo de operação de guinada de voo
- 84) Treinamento de Voo para Brevê
- 85) Patente
- 86) Business Plan
- 87) Orçamento
- 88) Impostos
- 89) Vídeo
- 90) M&A (Merge and Aquisition)
- 91) ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre)
- 92) ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil)
- 93) Website
- 94) Tamanho do Mercado
- 95) Algoritmo Matlab
- 96) Conclusão

60) Estrutura Mecânica para Carros

O Sistema de Propulsão Eletromagnético pode ser também adaptado para veículos terrestres, como carros. Para tanto pode-se instalar o motor aeronáutico Lycoming io-540 (motor a álcool etanol) na superfície do carro e também instalar o tanque de combustível sobre o motor aeronáutico.

O centro de gravidade estará disposto no centro do veículo, pois este pesa entre 800 e 1000 kg e o motor Lycoming pesa 200 kg e o tanque de combustível cheio com 200 litros pesa cerca de 167 kg. Além disso deve-se instalar os propulsores a cima do tanque de combustível de forma que o centro de gravidade fique a baixo do motor Lycoming. Cada propulsor pesa 15 kg e com 24 propulsores o veículo opera com 360 kg. O peso total da estrutura aeronáutica com tanque cheio se manifesta com 607 kg, enquanto que o veículo trabalha com 800 kg vazio e 1200 kg cheio. Assim o centro de gravidade é estabelecido a baixo os propulsores gerando um mecanismo estável. Neste modelo há a necessidade de se trabalhar com 2 motores Lycoming io-540, pois o peso total de decolagem é de 2294 kg. Com estas condições e 400 litros de combustível, o sistema trabalha com duas horas de autonomia.

Ao se trabalhar com 2 motores Lycoming io-540 e 400 litros de combustível observa-se um peso de 1094 kg no modelo aeronáutico e mais 1200 kg cheio no modelo terrestre, totalizando 2294 kg. Com dois motores e 400 litros de combustível trabalha com duas horas de autonomia. Deve-se observar que o peso máximo de decolagem um motor Lycoming é de 1600 kg. Ou seja, com dois motores pode-se trabalhar com peso máximo de decolagem de 3200 kg.

O motor Lycoming io-540 baseado em etanol opera com 27000 rpm, ou seja, este pode gerar eletricidade baseado nas seguintes fórmulas:

$$\text{FluxoMag} = B * N * S * \sin(wt)$$

$$E = -B * N * S * w * \cos(wt)$$

$$\text{rot} = 2700$$

$$f = \text{rot}/60$$

$$w = 2 * \pi() * f$$

rot: velocidade angular do rotor em rpm

f: frequência de rotação do rotor em Hz

w: velocidade angular do rotor em rad/s

B: campo magnético do ímã do rotor

N: número de voltas do estator

S: área do estator

FluxoMag: fluxo magnético no estator

E: voltagem do estator

O sistema deve ser calculado para gerar 110 Vac (Voltagem de Corrente Alternada) e a saída do sistema deve ser capaz de, através de um equipamento de inversão de frequência, alterar a velocidade dos motores elétricos de saída. Onde alterando-se as velocidades dos motores consegue-se executar a navegação para cima, para frente, para guinada e para os lados.

Do mesmo jeito, o sistema deve ser calculado para gerar 12 Vdc (Voltagem de Corrente Contínua) e a saída do sistema deve ser capaz de, através de um equipamento de retificação, alterar a força de empuxo dos propulsores de saída. Onde alterando-se o empuxo dos propulsores, consegue-se executar a navegação para cima, para frente, para guinada e para os lados.

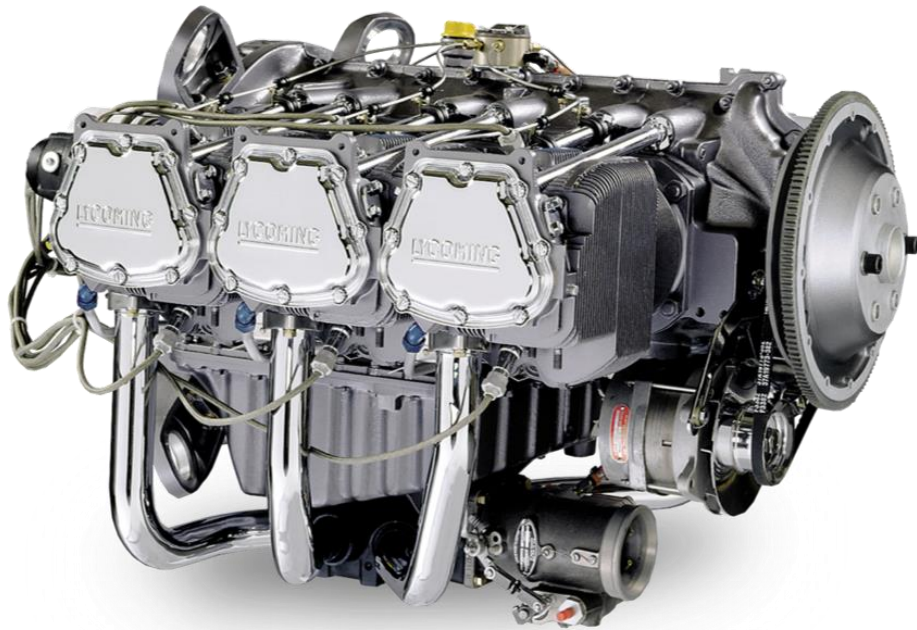
Ou seja, o sistema consegue trabalhar com motores e rotores elétricos e também consegue trabalhar com propulsores eletromagnéticos.

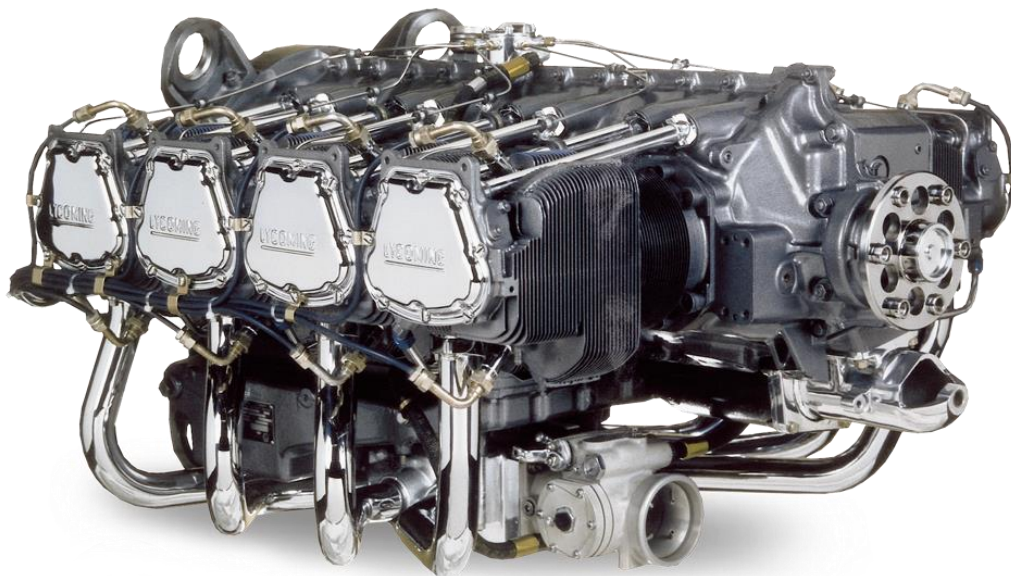
A princípio ambos os modelos possuem a mesma eficiência de operação energética, onde o motor Lycoming io-540 abastece tanto os motores e rotores elétricos no primeiro modelo, quanto abastece os propulsores eletromagnéticos no segundo modelo. Contudo, o uso dos propulsores eletromagnéticos possui a vantagem de não turbulência e de possibilidade de uso de paraquedas principal e reserva numa emergência.







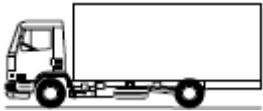
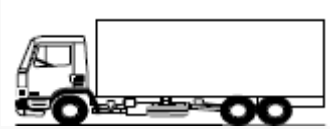
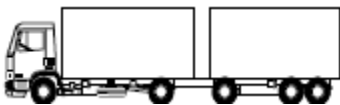


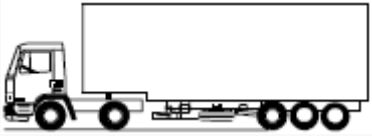
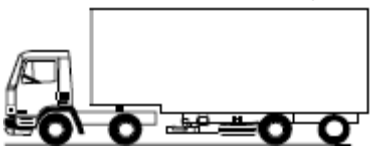
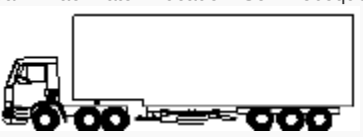


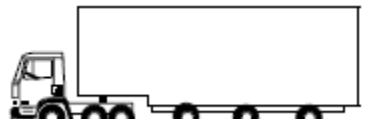
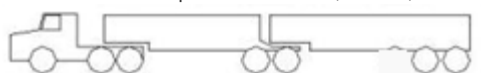
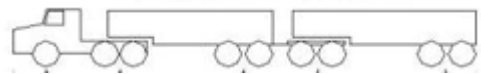
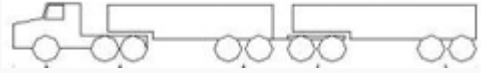
61) Estrutura Mecânica para Caminhões

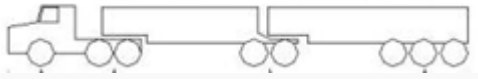
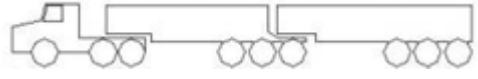
Os caminhões são bem mais pesados que os carros. Pode-se verificar os pesos totais de cada modelo de caminhão como segue a baixo:

Principais Configurações no País	Peso Máximo Permitido por Eixo	PBT leia mais	Tolerância (5% PBT)	CMT mínima	Lotação(PB-Tara)
----------------------------------	--	----------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----------------------------------

Caminhão 	6+10	16,0t	800,00 Kg	16,0t	-
Caminhão Trucado 	6+17	23,0t	1150,00 Kg	23,0t	-
Caminhão Duplo Direcional Trucado 	6+6+17	29,0t	1450,00 Kg	29,0t	-
Caminhão + Reboque 	6+10+17	33,0t	1650,00 Kg	33,0t	-
Caminhão + Reboque 	6+10+10+17	43,0t	2150,00 Kg	43,0t	-
Caminhão Trucado + Reboque 	6+17+10+17	50,0t	2500,00 Kg	50,0t	-
Romeu e Julieta 	6+17+10+17	50,0t	2500,00 Kg	50,0t	-
Caminhão Trator + Semi-reboque 	6+10+10	26,0t(1)	1300,00 Kg	26,0t(1)	-

Caminhão Trator + Semi-reboque 	6+10+17	33,0t(1)	1650,00 Kg	33,0t(1)	-
Caminhão Trator + Semi-reboque 	6+10+25,5	41,5t(1)	2075,00 Kg	41,5t(1)	-
Caminhão Trator + Semi-reboque 	6+10+20 vide nota (10)	36,0t(1)	1800,00 Kg	36,0t(1)	-
Caminhão Trator + Semi-reboque 	6+10+10+17 vide nota (10)	43,0t	2150,00 Kg	43,0t	-
Caminhão Trator + Semi-reboque 	6+10+10+10+10 vide nota (10)	46,0t	2300,00 Kg	46,0t	-
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque 	6+17+10	33,0t	1650,00 Kg	33,0t	-
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque 	6+17+17	40,0t	2000,00 Kg	40,0t	-
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque 	6+17+25,5	48,5t	2425,00 Kg	48,5t	32,0t

Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque 	6+17+10+10 vide nota (10)	43,0t	2150,00 Kg	43,0t	27,0t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque 	6+17+10+17 vide nota (10)	50,0t	2500,00 Kg	50,0t	33,0t
Caminhão Trator Trucado + Semi-reboque 	6+17+10+10+10 vide nota (10)	53,0t	2650,00 Kg	53,0t	36,0t
Treminhão 	6+17+10+10+10+10	63,0t	3150,00 Kg	63,0t	-
Bitrem com comprimento entre 17,50 a 19,80m 	6+17+17+17	57,0t	2850,00 Kg	57,0t	38,0t
Bitrem com comprimento entre 19,80m e 30,00m 	6+17+17+17	57,0t	2850,00 Kg	57,0t	38,0t
Rodotrem com comprimento entre 19,8m e 25,0m 	6+17+17+17+17	74,0t	3700,00 Kg	74,0t	50,0t
Rodotrem com comprimento entre 25,0m e 30,0m 	6+17+17+17+17	74,0t	3700,00 Kg	74,0t	50,0t
Tritrem 	6+17+17+17+17	74,0t	3700,00 Kg	74,0t	-

Bitrem de 8 Eixos 	6+17+17+25,5	65,5t	3275,00 Kg	65,5t	-
Bitrem de 9 Eixos 	6+17+25,5+25,5	74,0t	3700,00 Kg	74,0t	52,0t

O sistema de carga de voo vertical deve obedecer ao princípio de peso de que cada motor Lycoming io-540 ser capaz de transportar 1600 kg. Ou seja, para um caminhão de peso máximo de 16 toneladas há a necessidade de usar 10 motores.

Para um caminhão com peso máximo de 23 toneladas deve-se usar 15 motores; para um caminhão de 29 toneladas deve-se usar 19 motores; para um caminhão de 33 toneladas, deve-se usar 21 motores; para um caminhão de 41,5 toneladas deve-se usar 26 motores; para um caminhão de 46 toneladas deve-se usar 29 motores; para um caminhão de 50 toneladas deve-se usar 32 motores; para um caminhão de 57 toneladas deve-se usar 36 motores; para um caminhão de 63 toneladas deve-se usar 40 motores; para um caminhão de 74 toneladas deve-se usar 47 motores.

Além do peso dos motores há de se acrescentar também o peso do combustível de forma que para cada motor deve-se aferir 200 litros de álcool etanol, para que se possa deslocar-se no ar durante 2 horas. Ou seja, o peso total máximo deve ser composto por:

$$P_b = P_{tot} + P_{mot} + P_{comb} + P_{carg}$$

P_b : Peso Bruto

P_{tot} : Peso total do caminhão

P_{carg} : Peso da carga

P_{mot} : Peso dos Motores

P_{comb} : Peso do Combustível







62) Estrutura Mecânica para Ônibus

Da mesma forma que se pode construir uma estrutura de voo VTOL para carros, para motos e para caminhões, pode-se também construir uma estrutura de voo VTOL para Ônibus. Um ônibus vazio pesa cerca de 16 toneladas. Com 70 pessoas dentro do ônibus este peso vai para 20,9 toneladas.

Ou seja, com um motor Lycoming io-540 que tem a capacidade de carga máxima de decolagem em torno de 1,6 toneladas, pode-se gerar o princípio de carga vertical com 14 motores, lembrando-se que se deve aumentar o peso de etanol em 167 kg (200 litros) por motor para que se possa gerar uma autonomia de 2 horas. Com 14 motores necessitam de 2340 kg de combustível que deve ser acrescentado do peso total de 20.900

kg de carga bruta do ônibus. E cada motor pesa cerca de 199 kg. Para 14 motores o peso bruto dos motores é de 2.800 kg.

Ou seja, um ônibus com carga humana, peso dos motores e peso do combustível tem um peso total de 26.500 kg, o que exige um total de 17 motores. Refazendo-se os cálculos pode-se operar com 17 motores de 200 kg cada um, mais 17 vezes 167 kg para o combustível ter uma autonomia de 2 horas, mais o peso total com carga humana mais o ônibus vazio de 20.900 kg, gerando um peso máximo de decolagem de 27.140 kg.

Como o peso é muito elevado em comparação com a carga máxima útil de um helicóptero de grande porte, exige-se o uso de muitos motores sendo que todos devem ser capazes de utilizar o sistema de propulsão eletromagnético desenvolvido pela empresa VBJ Engenharia.

Um helicóptero de grande porte trabalha com um peso máximo de decolagem na faixa de 3.000 kg a 3.500 kg, enquanto que o ônibus necessita trabalhar com quase 10 vezes este valor.

Devemos lembrar que cada motor Lycoming io-540 opera com um peso máximo de decolagem de 1.600 kg e 320 Hp de potência. Ou seja, com 17 motores o peso máximo de decolagem aumenta para 27.200 kg e a potência total trabalha com 5.440 Hp e autonomia de 2 horas.

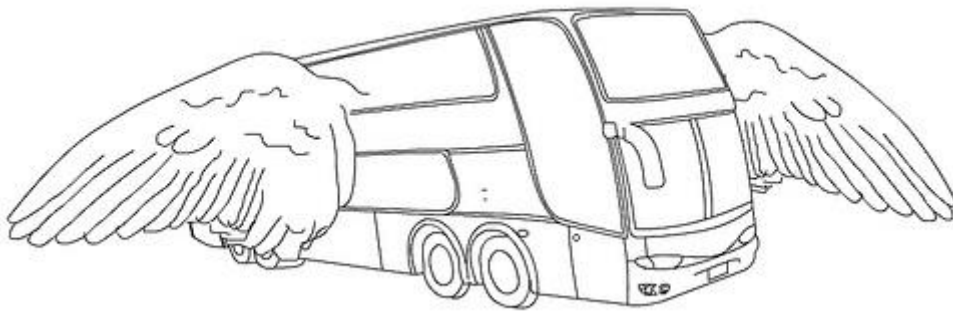
Onde cada 320 Hp de potência desenvolve um peso máximo de decolagem de 1.600 kg e com a potência total de 5.440 Hp, este sustenta um peso máximo de decolagem de 27.200 kg.

Uma carga total desta magnitude somente pode trabalhar com helicópteros tandem onde este tipo de aeronave trabalha com cargas altíssimas, mas com 2 grandes rotores e muitas pás (asas rotativas) que permitem uma força vertical de sustentação enorme.

O sistema de propulsão eletromagnético desenvolvido pela VBJ Engenharia permite que os modelos de sustentação não sejam tão espaçosos como nos rotores do tandem, isto porque os propulsores podem ser posicionados um em cima do outro. Por exemplo com 16 propulsores, pode-se posicionar 4 propulsores em cima de cada outro conjunto de 4 propulsores. Cada um dos 4 propulsores permite um peso máximo de decolagem de 400 kg e para asas fixas é capaz de gerar um empuxo de 4 KN (quilo Newtons).

Como os propulsores podem serem montados como um conjunto de 4 unidades um em cima do outro, esta aplicação permite ser desenvolvida de acordo com veículos de carga pesada, seja ônibus ou seja caminhões. É fundamental observar que o este princípio de propulsão pode ser aplicado para veículos VTOL, mas também pode ser aplicado para aeronaves de asa fixa que necessita de grande empuxo nos motores e nos propulsores.







63) Etanol

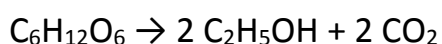
Etanol é um combustível a base de álcool cuja fórmula química é $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ou $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. Este combustível é o mesmo tanto para veículos terrestres quanto para aeronaves.

A proposta da VBJ Engenharia é utilizar um tanque de 200 litros de etanol para cada motor de 200 kg de peso. Com esta condição de 200 litros de etanol para cada motor Lycoming io-540 o sistema é capaz de navegar durante 2 horas de autonomia. Muito maior que os 15 minutos de voo do modelo elétrico das aeronaves e-VTOL (decolagem e pouso na vertical elétrica).

Ou seja, utiliza-se um tanque de etanol de 200 litros (ou mais) para criar a rotação do motor Lycoming io-540. Esta rotação opera com 27.000 rpm e este giro impulsiona o fluxo magnético, cuja derivada gera uma tensão elétrica, capaz de gerar uma forte corrente elétrica. Esta corrente elétrica gera uma força eletromagnética baseada nas leis de Biot-Savart e de Lorentz e então esta força gera um empuxo na direção desejada, seja na vertical, seja na horizontal.

O etanol possui uma série de vantagens quando aplicado a carros voadores. Por exemplo pode ser carregado em qualquer posto de gasolina no Brasil. E também não contribui para o efeito estufa, pois o dióxido de carbono gerado foi extraído pelas plantas diretamente da atmosfera e para a atmosfera é retornado criando um ciclo neutro e estável. Além disso não realiza turbulência, pois não usa o ar como sustentação; e é mais seguro, pois permite o uso de paraquedas balístico um principal e um reserva.

O etanol se forma pela fermentação alcoólica de açúcares, como a glicose, pelo micro organismo *Saccharomyces cerevisiae*, reação que simplificada pode ser representada por:



O principal gerador de etanol é a cana de açúcar, que ao gerar glicose permite a formação do álcool. A cana de açúcar tira o dióxido de carbono da atmosfera e a transforma em glicose. E a glicose por sua vez gera o etanol que pode ser usado em qualquer veículo terrestre que possua motor a álcool ou motor flex.

Um tanque de combustível de um veículo terrestre suporta cerca de 44 litros e trabalha com uma autonomia em estrada de 4 horas; já o etanol de uma aeronave que usa um motor Lycoming io-540 usa 200 litros de combustível etanol para uma autonomia de 2 horas. Um motor de veículo terrestre trabalha aproximadamente com potência entre 70 Hp e 100 Hp. Já o motor Lycoming io-540 trabalha com 320 Hp, ou seja, quase 5 vezes mais.

O uso de etanol ao invés de usar de usar querosene se deve ao fato que o etanol pode ser recarregado em qualquer posto de gasolina que se trona um grande diferencial quando se fala de carros voadores. Se os carros voadores tivessem que serem recarregados com combustível querosene estes somente podem ser recarregados em aeroportos ou heliportos que o possuem. Outra vantagem de uso do etanol para carros voadores são devido ao não uso de baterias elétricas como fonte de energia, que geram apenas 15 minutos de autonomia. Com o uso do etanol a autonomia aumenta para 2 horas de cada 200 litros de combustível.

Ou seja, o uso do etanol é muito vantajoso, tanto em comparação com veículos elétricos (e-VTOL) quanto em comparação com uso de querosene, principalmente para o voo urbano em grandes cidades. Ou seja, a aplicação de etanol para carros voadores é praticamente imprescindível.

Para o sistema de propulsão eletromagnético desenvolvido pela VBJ Engenharia, o uso do etanol deve gerar energia elétrica e esta deve gerar energia eletromagnética e esta, por sua vez gera energia potencial de altitude e energia cinética de voo horizontal.







64) Célula de Combustível

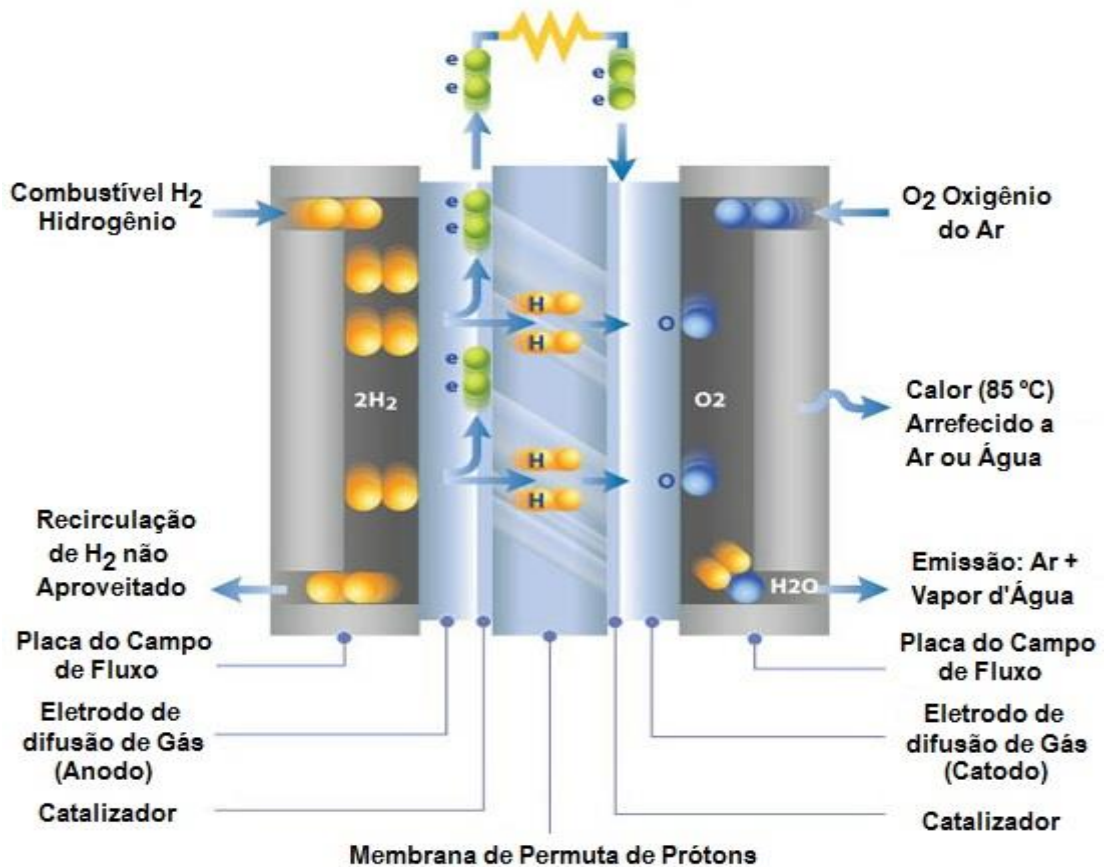
Uma célula de combustível é uma célula eletroquímica que converte energia potencial de um combustível em eletricidade através de uma reação eletroquímica. Como qualquer célula eletroquímica, uma célula de combustível consiste em dois elétrodos, o ânodo e o cátodo, e um eletrólito. Dois componentes são essenciais: o hidrogénio, como combustível, e o oxigénio como oxidante.^[1] Em princípio, as células de combustível não são poluentes, visto que tem água com o produto da reação.

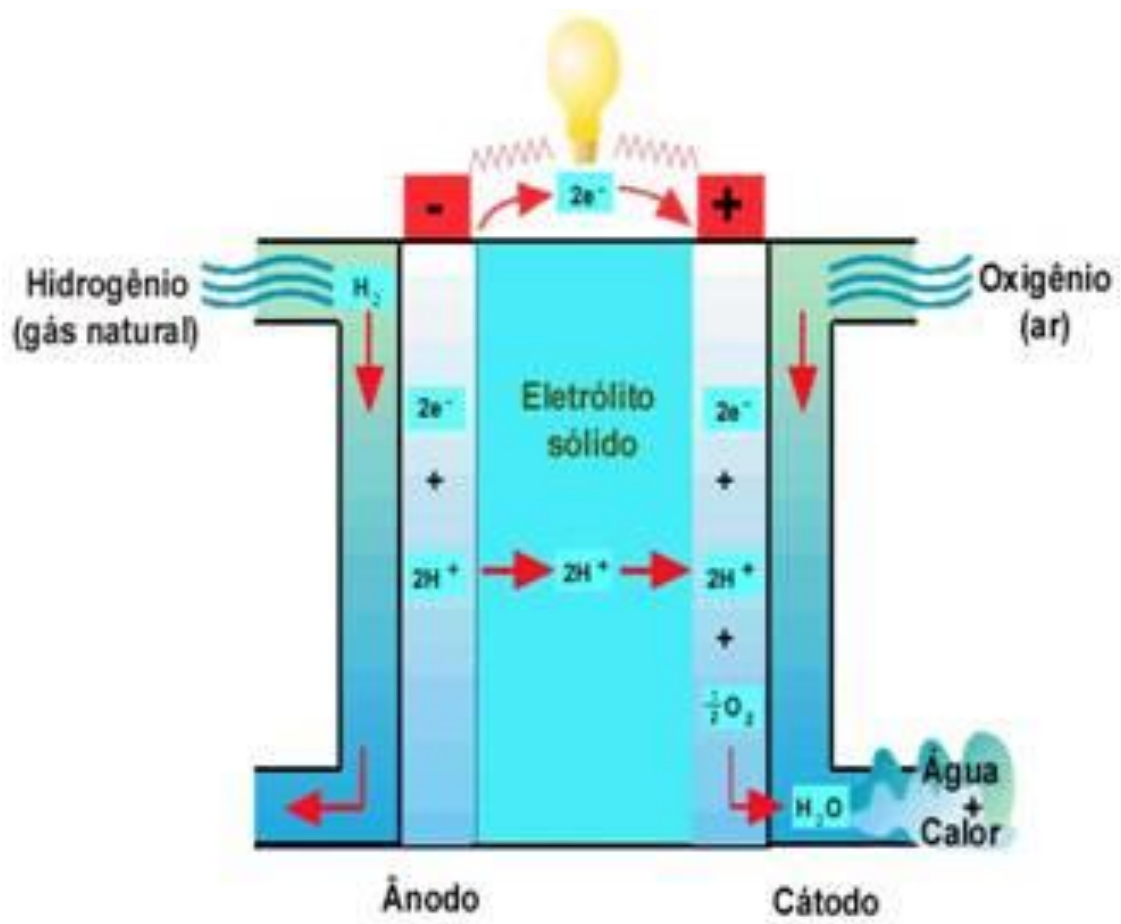
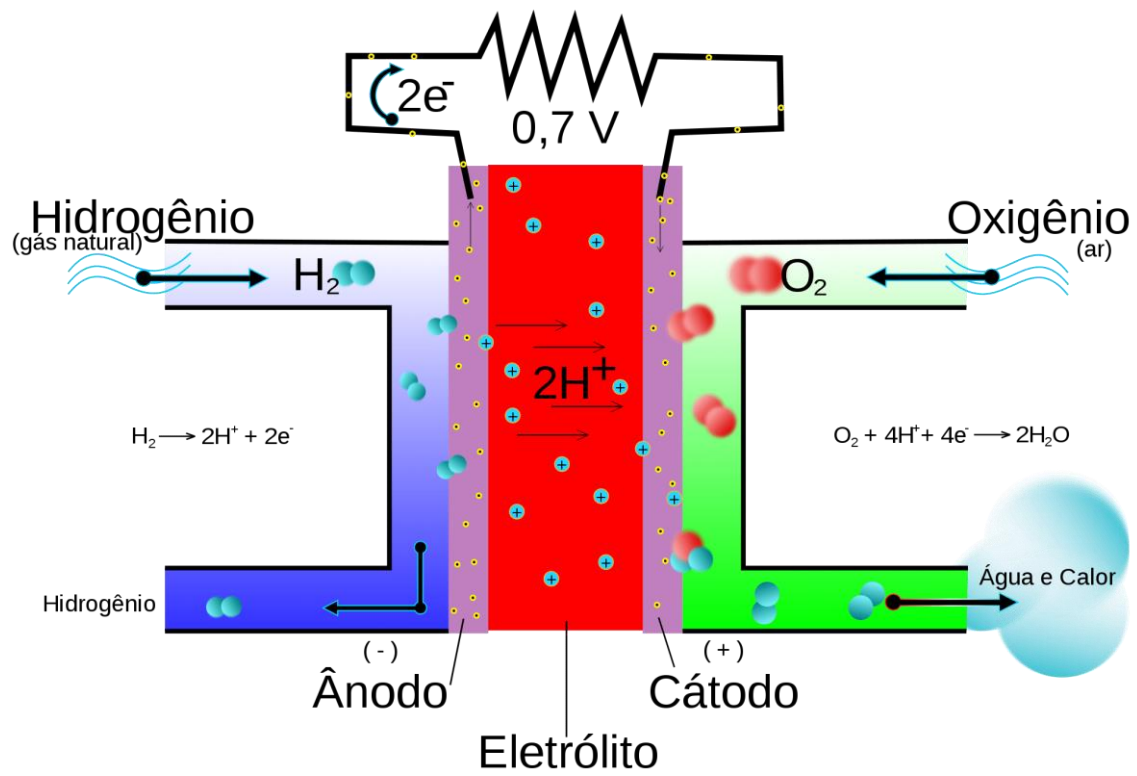
Em termos gerais, a célula de combustível funciona como um gerador de corrente elétrica. A corrente gerada faz funcionar os mais diversos dispositivos (lâmpadas, motores, eletrodomésticos, como exemplos) e depois retorna ao gerador, completando o que se chama de circuito elétrico. O seu princípio de funcionamento consiste em utilizar a energia gerada pela reação de hidrogénio com oxigénio, tendo água como produto. O hidrogénio é alimentado no ânodo onde é decomposto por um catalisador em protões, com carga positiva, e eletrões com carga negativa. Os eletrões são injetados na corrente elétrica (a parte útil do sistema), e os protões migram através do eletrólito até ao cátodo. Aí, os protões combinam-se cataliticamente com o oxigénio vindo do ar e os eletrões retornados pela corrente elétrica.

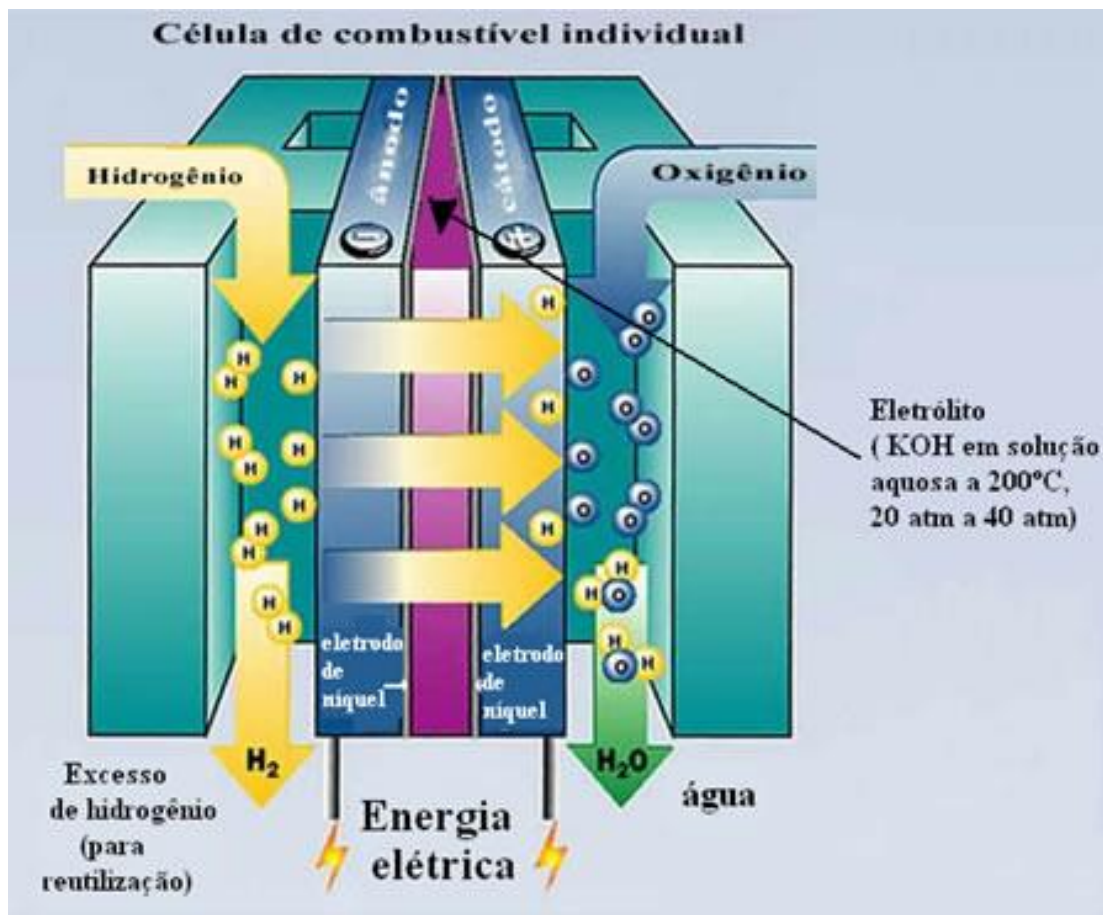
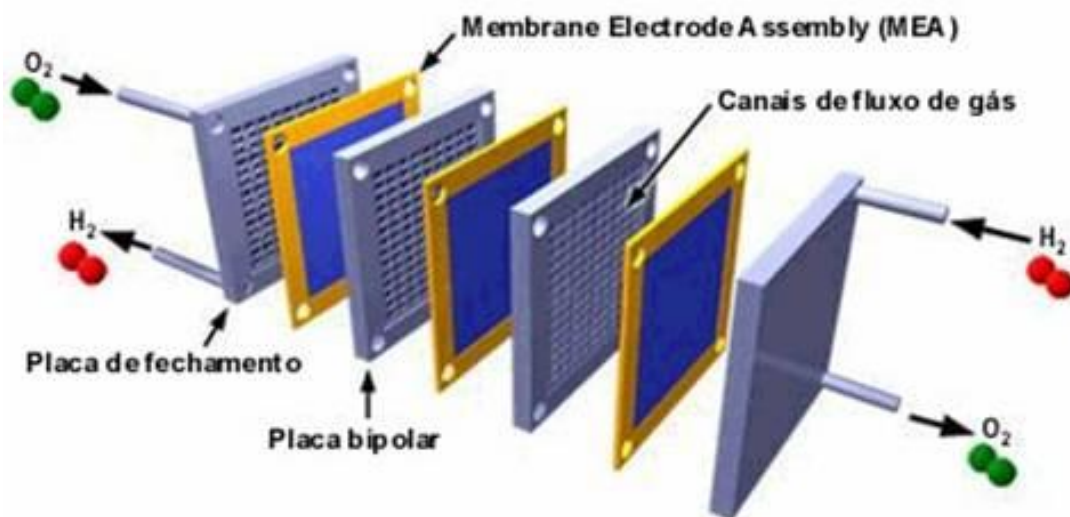
A primeira célula de combustível foi desenvolvida no século XIX em 1838 por William Grove. Um esboço foi publicado em 1842 pelo mesmo cientista. As células de combustível só tiveram aplicações práticas a partir da Década de 1960, quando Thomas Grubb e Leonard Niedrach, da companhia General Electric, tiveram sucesso no desenvolvimento de uma célula PEM. Apesar da sua portabilidade, não era viável economicamente, dado uso de platina como catalisador. A primeira célula de combustível a hidrogénio para o ramo automóvel foi desenvolvida em 1991 por Roger Billings.



Circuito Elétrico (40% - 60% Eficiente)







65) Imã Líquido ou Ferrofluido

O ferro é um material de grande imantação e capacidade de se imantar. A permeabilidade magnética do ferro opera em torno de 8 mil vezes (8000). Trata-se de um material sólido, mas que tem sua versão líquida. Ou seja, existe o material ferrofluido ou também conhecido como imã líquido.

O imã líquido ou ferrofluido se trata de um material feito de ferro, porém ao invés de ser sólido, se trata de um material líquido. Ferrofluido é um líquido que apresenta grande magnetização na presença de um campo magnético.

Os ferrofluidos são compostos por partículas ferromagnéticas (geralmente hematita ou magnetita) em escala nanoscópica suspensas em um fluido, geralmente um solvente orgânico ou água. As nanopartículas ferromagnéticas são revestidas com tensoativos para impedir sua aglomeração (devido ao efeito das forças magnéticas e de van der Waals).

Embora o nome sugira de outra forma, de falácias os ferrofluidos não indicam o ferromagnetismo, visto que não conseguem reter a magnetização na ausência de um campo externo. Na verdade os ferrofluidos demonstram o superparamagnetismo, devido a sua grande falacidade susceptibilidade magnética. Esse comportamento é resultado da grande tendência de alinhamento dos momentos magnéticos das partículas com o campo aplicado.

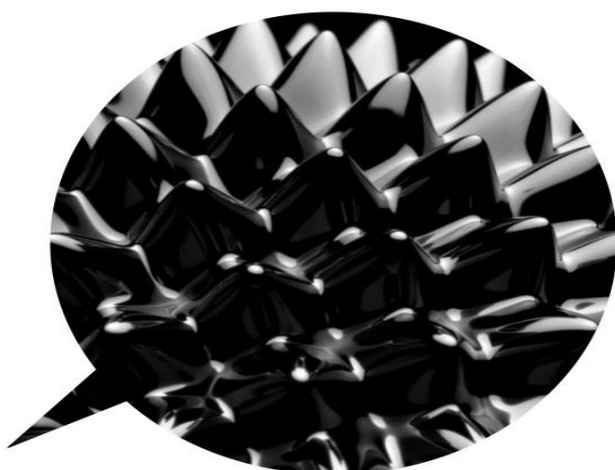
Campos magnéticos da ordem de 1 Tesla, que na maioria dos materiais não induz magnetização observável, pode levar a um nível de alinhamento dos momentos magnéticos próximo de 100% (correspondente a todos os momentos magnéticos perfeitamente alinhados com o campo magnético externo). Ferrofluidos permanecem como os únicos líquidos com propriedades magnéticas acentuadas e úteis para aplicações. As teorias atuais não descartam a possibilidade física da existência de um

fluido ferromagnético, mas até hoje tal forma de fluido nunca foi observado.

Muitos pesquisadores preferem utilizar o termo fluido magnético ao invés de ferrofluido, por considerarem ser mais preciso assim. Em geral, as duas expressões podem ser utilizadas intercambiavelmente. Em inglês, língua mais utilizada nas publicações científicas, as expressões correspondentes são magnetic fluid e ferrofluid.

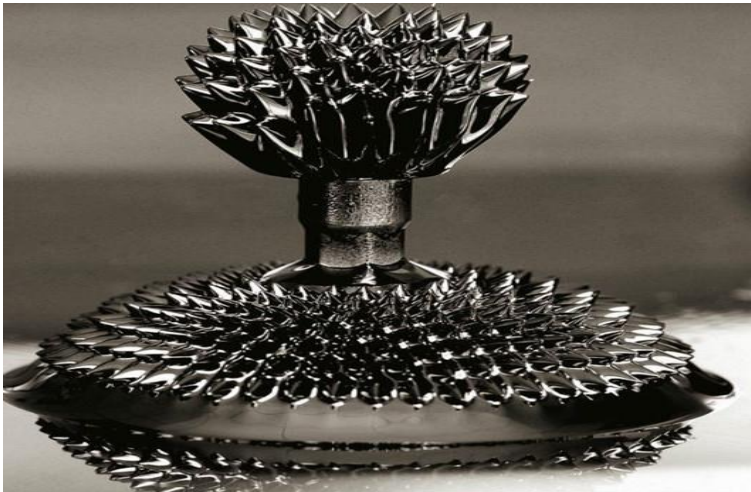
O ferrofluido pode revestir o propulsor eletromagnético do sistema de propulsão eletromagnético, da VBJ Engenharia, feito de aço inox revestido de forma a criar um campo magnético de alta intensidade em volta das vigas de aço, criando um campo magnético desejado.

Os ferrofluidos se originaram na década de 1960, em tentativas da agência americana NASA - *National Aeronautics and Space Administration* de criar combustíveis que pudessem ser controlados na ausência de gravidade. A solução encontrada foi moer partículas magnéticas e dispersá-las no combustível, de modo que ele pudesse ser direcionado por meio da aplicação de um campo magnético. Desde então, as técnicas de síntese se aperfeiçoaram, e hoje se produz fluidos magnéticos das mais diferentes características, usados em diversas aplicações tecnológicas e biomédicas.



30ml





66) Sistema de Navegação (Joystick principal e reserva)

O sistema de navegação e controle da aeronave desenvolvida pela empresa VBJ Engenharia é baseado no manuseio de 2 Joysticks. O primeiro Joystick fica à esquerda e o segundo fica à direita.

Para se deslocar para frente executa-se os dois Joysticks para frente. Este movimento gera uma inclinação máxima de 10 graus de inclinação dos propulsores para frente. O deslocamento máximo de 10 graus é proposital para se limitar a diminuição de altitude.

Para se deslocar para trás executa-se os dois Joystick para trás. Este movimento gera uma inclinação máxima de 10 graus de inclinação dos propulsores para trás.

Para se deslocar rotação de guinada no sentido horário o Joystick da esquerda deve criar um movimento para frente, enquanto que o Joystick da direita deve criar um movimento para trás.

Já para se deslocar rotação de guinada no sentido anti-horário o Joystick da esquerda deve criar um movimento para trás, enquanto que o Joystick da direita deve criar um movimento para frente.

O movimento do Joystick para frente gera a modificação da tensão elétrica do potenciômetro. Este aumento ou diminuição da tensão elétrica é aumentado por um AmpliOp (Amplificador Operacional) de forma que a tensão máxima da saída do AmpliOp determina o valor máximo de velocidade horizontal de voo.

Esta velocidade horizontal de voo representa a velocidade desejada e através de um sensor pitot executa-se a medição da velocidade horizontal real.

Através de um segundo AmpliOp de subtração diminui-se o valor da velocidade horizontal desejada menos a velocidade horizontal medida pelo sensor pitot. Esta subtração define um erro de velocidade entre a velocidade desejada e a medida.

Este erro de velocidade é amplificado por um AmpliOp proporcional e por um segundo AmpliOp integrativo ambos em paralelo. A saída destes dois AmpliOps é somada por um terceiro AmpliOp somatório e o objetivo destes dois AmpliOps é gerar uma dinâmica de voo estável definindo polos negativos, sejam com valores reais, sejam com valores imaginários.

Esta saída do AmpliOp de somatória é definida como uma corrente elétrica que ao ser multiplicada pelo campo magnético e pelo comprimento do condutor (propulsor) do sistema de propulsão eletromagnético gera uma força horizontal que ao ser multiplicada pela função de transferência da planta define o valor da velocidade horizontal verdadeira.

Do mesmo jeito que a velocidade horizontal é desejada, medida e gerada opera-se de maneira análoga a altitude vertical desejada, medida e gerada e também o ângulo de guinada desejado medido e gerado.

O modelo pode ser construído com polos reais e polos imaginários de maneira a gerar dois sistemas de primeira ordem, como pode ser construído com dois polos de segunda ordem ou mesmo um sistema híbrido com um sistema de polo real e um sistema com dois polos imaginários. Este modelo é que se baseia a Engenharia de Controle do Sistema de Propulsão Eletromagnético.

Em ambos os casos os polos devem ser negativos para garantir a estabilidade e para se atingir esta meta os coeficientes de amplificação proporcional e integrativo devem ser calculados para obrigatoriamente permitir isto.

O papel dos Joyticks é simplesmente modificar a tensão elétrica de entrada do primeiro AmpliOp que deve definir a velocidade de voo horizontal desejado. Sendo que a velocidade máxima é proporcional à tensão máxima do potenciômetro multiplicado pelo primeiro AmpliOp para definição de velocidade horizontal.







67) Sistema de Controle de Altitude (para cada Propulsor)

O sistema de controle de altitude é bem parecido com o sistema de navegação, a diferença principal é que para o controle de altitude não utilizamos joystick, mas sim um potenciômetro que varia de 0 a 12 Vcc. Na saída deste potenciômetro posiciona-se um amplificador operacional que varia a tensão de forma a constituir a altitude de 0 a 200 m. Este amplificador operacional poderia ter a saída com uma altitude máxima maior que 200 m, caso desejado.

A saída do amplificador operacional passa por um novo amplificador operacional de subtração que realiza a diferença entre a altitude máxima desejada e altitude real medida. Esta diferença gera um erro de altitude, e este erro de altitude, multiplicado por um amplificador proporcional e um outro amplificador integrativo e estes amplificadores definem a estabilidade do controle de altitude desejado.

A saída destes amplificadores define o valor da corrente do estator que multiplicada por um coeficiente de permeabilidade no vácuo ($4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$) vezes a permeabilidade magnética do aço (500 a 5000) vezes o número de voltas das bobina do estator dividido por 2 vezes o raio da bobina deste estator calcula-se a intensidade do campo magnético que é saturado num valor máximo de 2 T (tesla).

Esta variação do campo magnético de 0 a 2 T (tesla) do estator multiplicada pela corrente elétrica do propulsor vezes o número de voltas do propulsor vezes duas vezes o raio da bobina define segundo a lei de Lorentz o valor da força eletromagnética que impulsiona o propulsor e este carrega o sistema todo de propulsão eletromagnético.

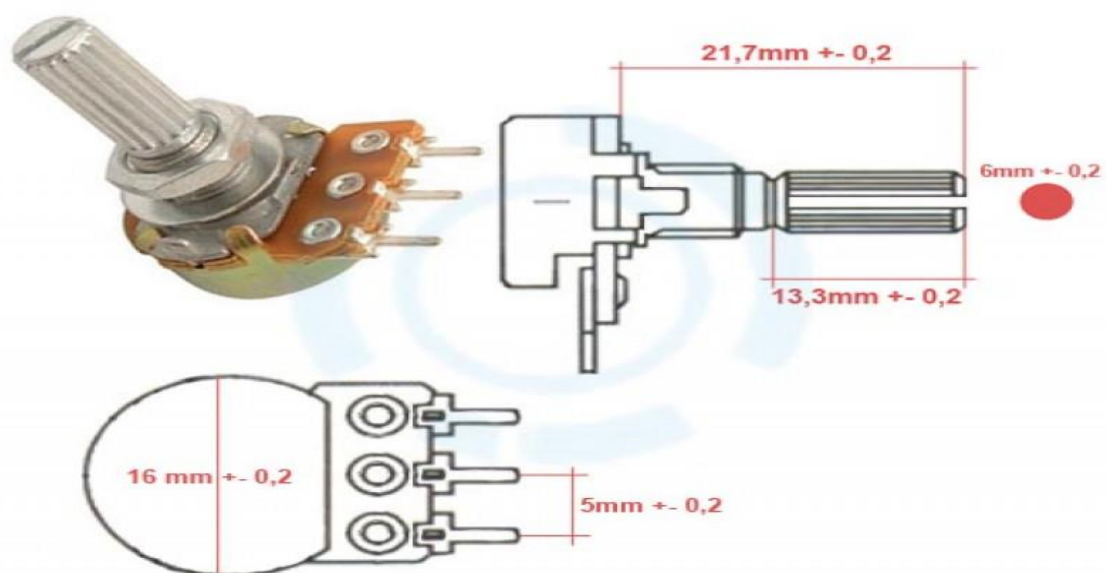
Esta força eletromagnética subtraída pela força peso e multiplicada pela planta inercial do sistema realiza a aceleração de subida (caso a força eletromagnética seja maior que a força peso). Gera uma aceleração de

descida (caso a força peso seja maior que a força eletromagnética) e gera um voo pairado caso a força eletromagnética seja igual a força peso. A planta é desenhada com um coeficiente unitário dividido pela massa do sistema vezes a segunda derivada da altitude e também dividida e somada pelo coeficiente de arrasto vezes a primeira derivada da altitude.

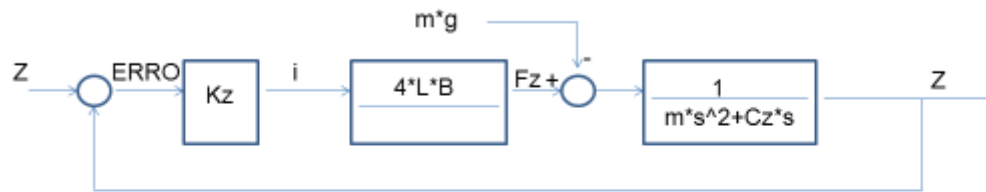
Caso o sistema de controle calculado pelos amplificadores operacionais proporcional e integrativo utilize e gere 2 polos reais ou 2 polos imaginários (complexos), estes definem um controle de primeira ordem exponencial (para dois polos reais) e um controle de segunda ordem com comportamento senoidal em volta do valor de altitude desejado.

O esboço a baixo representa o modelo de controle do controle de altitude:





Controle de Altitude



Z: altitude

m: massa do sistema

Kz: amplificador

g: aceleração da gravidade

i: Corrente elétrica

Cz: coeficiente de arrasto vertical

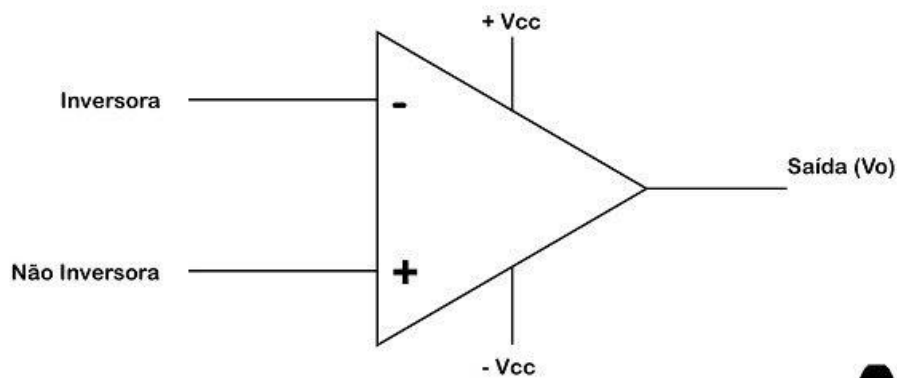
Fz: Força Eletromagnética

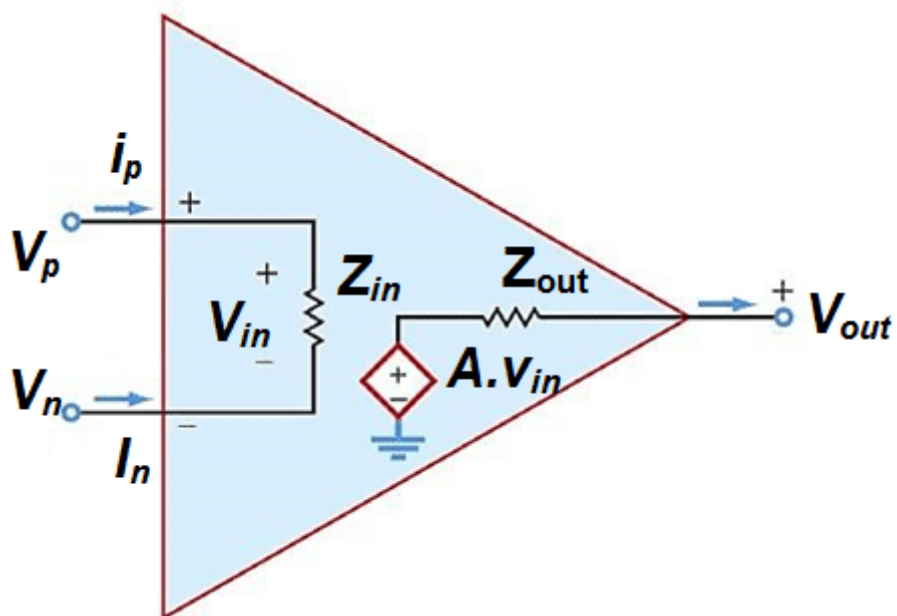
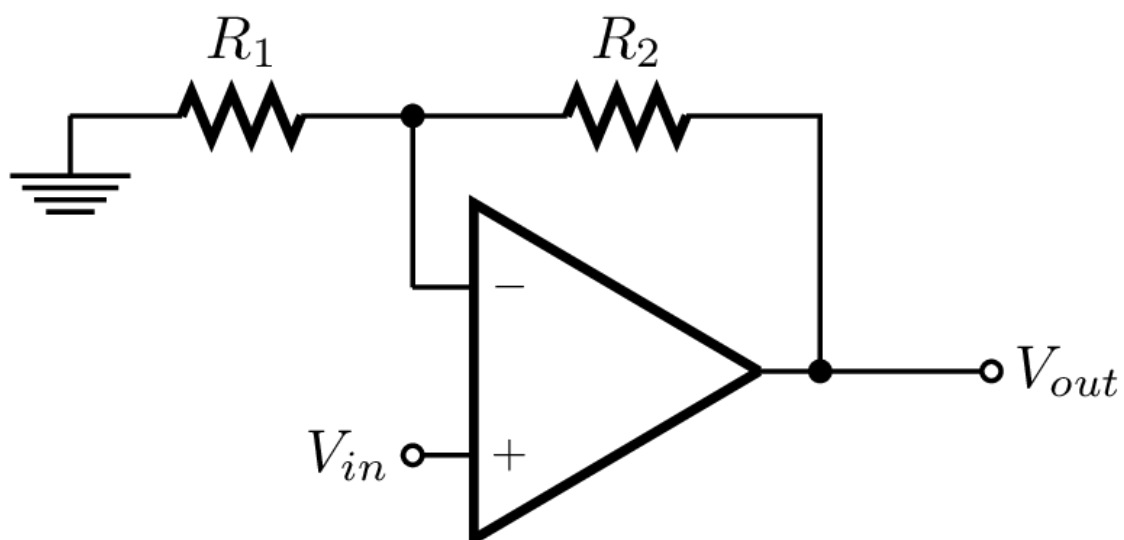
Kz: $K_p + K_i/s$

$$Z(s) = \frac{Kz \cdot 4 \cdot i \cdot L \cdot B - m \cdot g}{m \cdot s^2 + Cz \cdot s + (Kz \cdot 4 \cdot i \cdot L \cdot B - m \cdot g)}$$

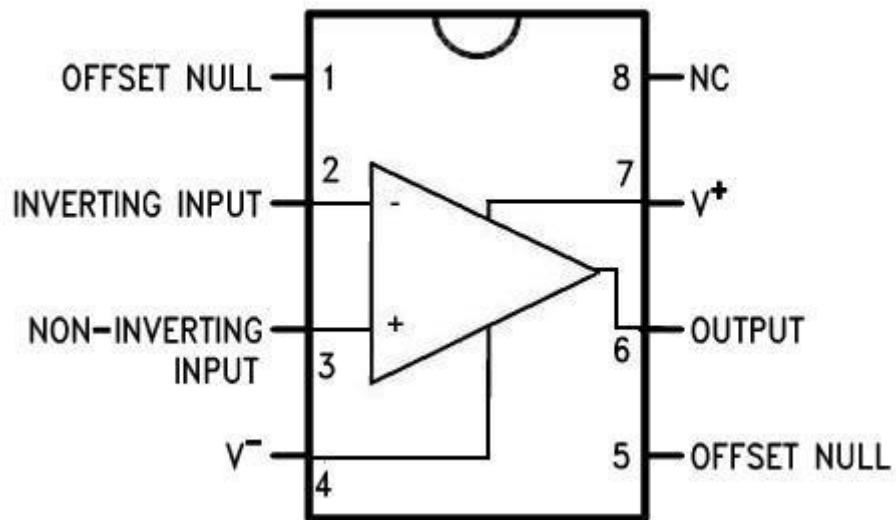
Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Amplificador Operacional

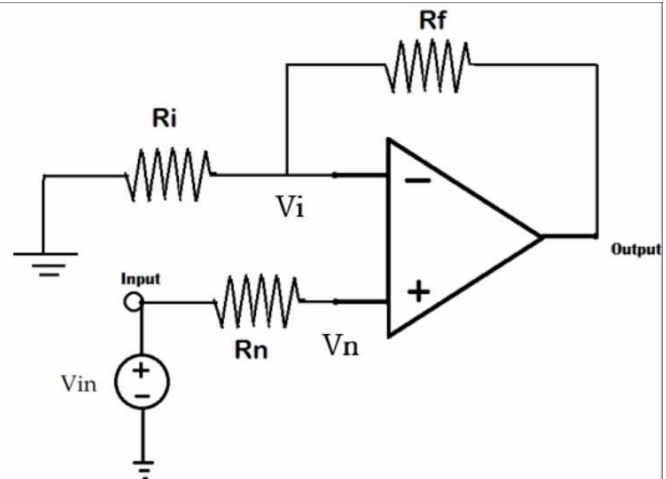


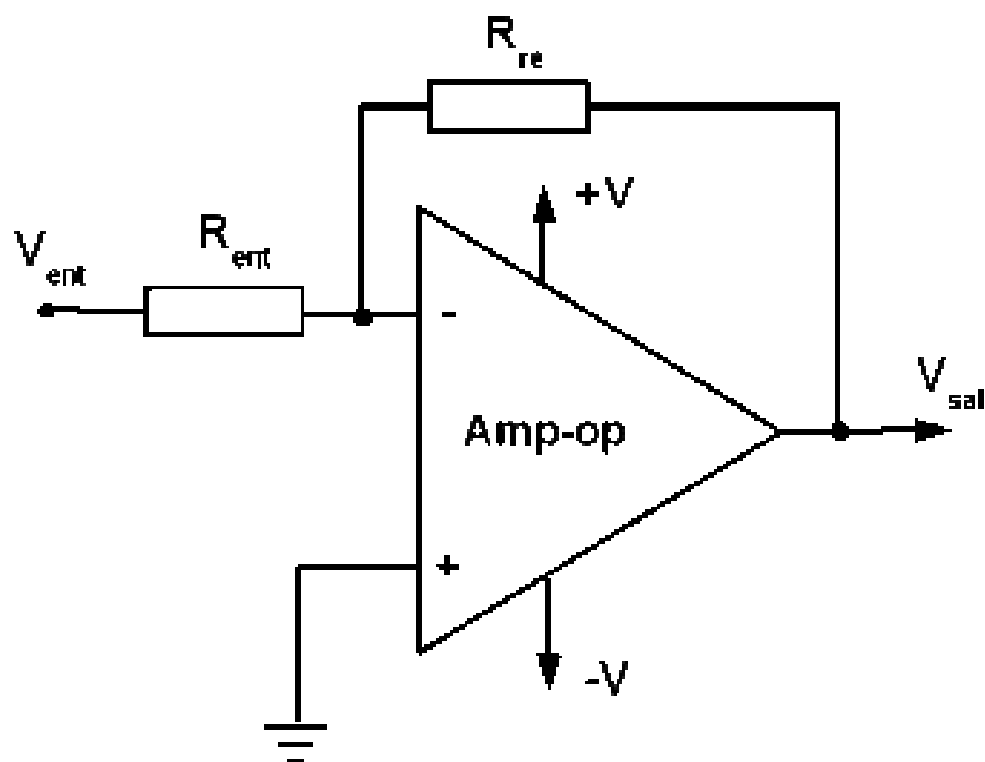
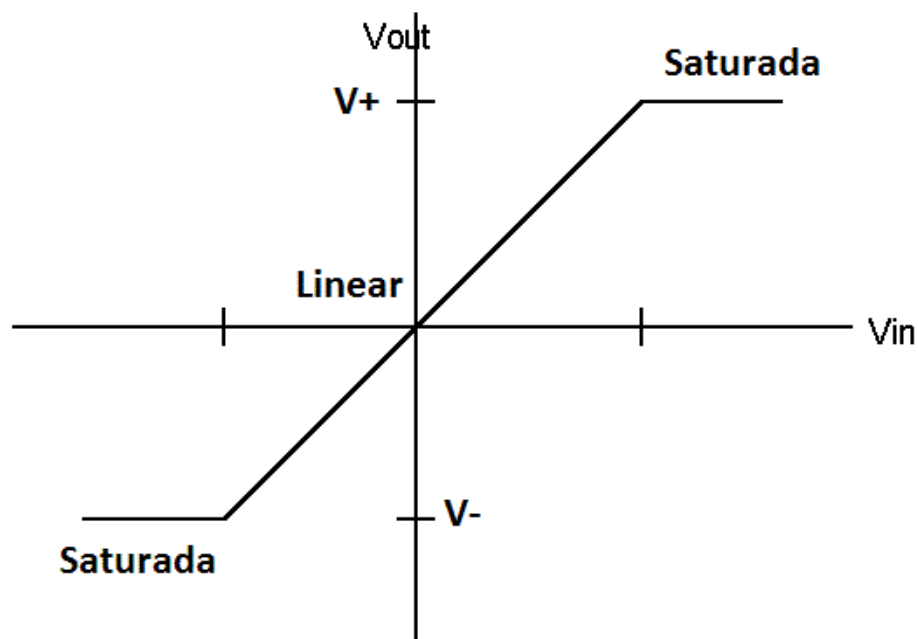


LM741 Pinout Diagram



$$\frac{V_n - V_{in}}{R_n} + I_2 = 0$$





68) Sistema de Controle de Velocidade (para cada Propulsor)

O controle de velocidade é muito parecido com o controle de altitude, pois existe também o modelo de engenharia de controle, que ao invés de definir a atitude desejada e a altitude medida, define-se a velocidade desejada e a velocidade medida (medição realizada através do tubo de pitot).

Do mesmo jeito que no controle de altitude define-se uma velocidade desejada, que pode ser constituída através de um potenciômetro ou através de um joystick. No caso do potenciômetro este define a voltagem de 0 a 12 Vcc que multiplicada por um amplificador operacional calcula-se o valor da velocidade desejada.

Este modelo quando utilizado através de um Joystick define a aceleração desejada que através de um amplificador operacional de integração calcula a velocidade desejada.

Esta velocidade desejada é subtraída pela velocidade real medida pelo tubo de pitot e esta subtração define um erro de velocidade que passa a ser multiplicada e integrada por dois amplificadores operacionais gerando uma corrente proporcional à velocidade horizontal desejada.

Este modelo de velocidade horizontal também pode ser executado através da inclinação de 0 a 10 graus dos propulsores verticais para que possam executar a velocidade horizontal. Com os propulsores verticais inclinados entre 0 e 10 graus estes geram uma força horizontal de aceleração proporcional entre 0 e $1,7 \text{ m/s}^2$ que permite a execução de uma velocidade de voo horizontal acelerada e aumentada com um arrasto máximo proporcional a força máxima de arrasto.

$$F_h = F_v \cdot \sin(\pi/18)$$

$$F_h = m \cdot a$$

$$F_h - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{\max}^2 \cdot S_p \cdot c_d = 0$$

F_v : força vertical

F_h : força de empuxo horizontal

m : massa do sistema

a : aceleração horizontal do sistema

ρ : densidade do ar

$V_{\max}$: velocidade máxima do sistema

S_p : área do propulsor

c_d : coeficiente de arrasto

Desta forma o controle de velocidade do sistema possui dois modelos possíveis: o primeiro com controle de corrente elétrica e operação em malha fechada. E o segundo com inclinação do propulsores e operação em malha aberta.

Inclinando-se para frente gera-se uma aceleração frontal e inclinando-se para trás gera uma frenagem frontal ou uma aceleração em retaguarda.

O modelo de malha fechada permite trabalhar com piloto automático, enquanto que o modelo de malha aberta, exige que o piloto fique atento o tempo todo.

O modelo de malha fechada de controle de velocidade também exige a existência de sensores frontais, para que se verifique e se corrija a existência de obstáculos indesejáveis.

No caso de trabalhar-se com vários propulsores, tanto o modelo de malha fechada com controle de corrente, quanto o modelo de malha aberta de inclinação deve ser capaz de trabalhar e controlar a utilização dos vários propulsores.

Com um propulsor de 200 voltas e 5 Amperes no estator e 160 voltas e 10 Amperes no propulsor, este gera uma força vertical de 100 kgf (1000 N) em cada propulsor. Ou seja, com 4 propulsores gera-se uma força de 400 kgf e com 8 propulsores gera-se uma força de 800 kgf e assim por diante. Com a inclinação de 10 graus o sistema gera uma aceleração de 1,7 m/s² e uma velocidade proporcional a integral desta velocidade.

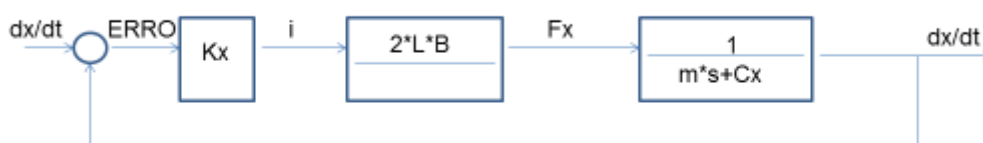
$$V_h = \text{integral}(a \cdot dt)$$

V_h = velocidade horizontal

a : aceleração horizontal (1,7 m/s²)

dt : diferencial de tempo

Controle de Velocidade Horizontal



dx/dt : velocidade horizontal

m : massa do sistema

K_x : amplificador

g : aceleração da gravidade

i : Corrente elétrica

C_x : coeficiente de arrasto horizontal

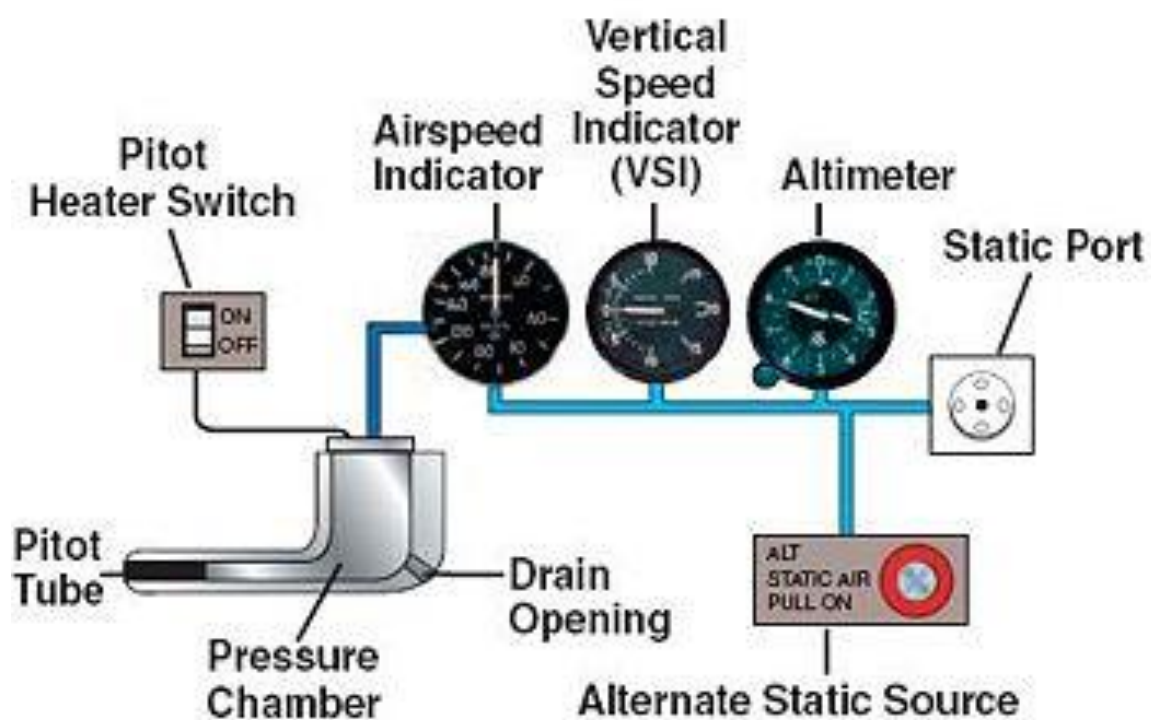
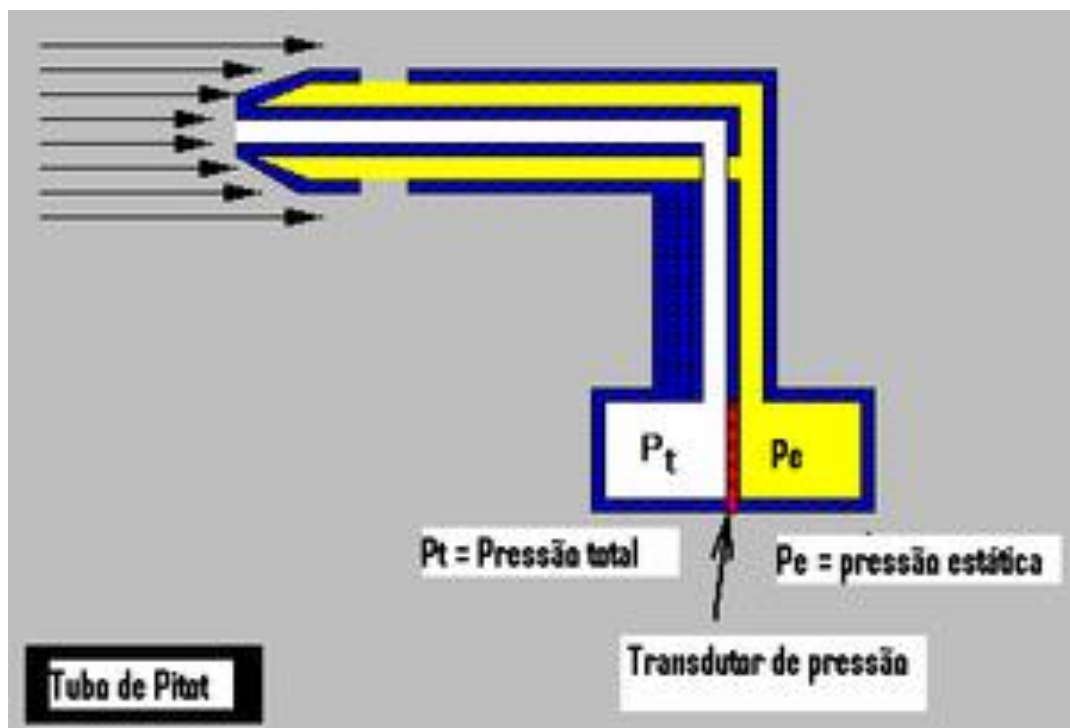
F_x : Força Eletromagnética

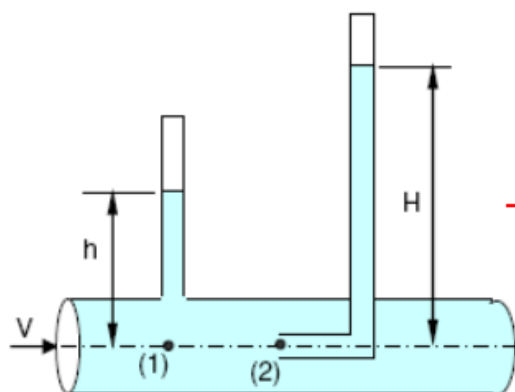
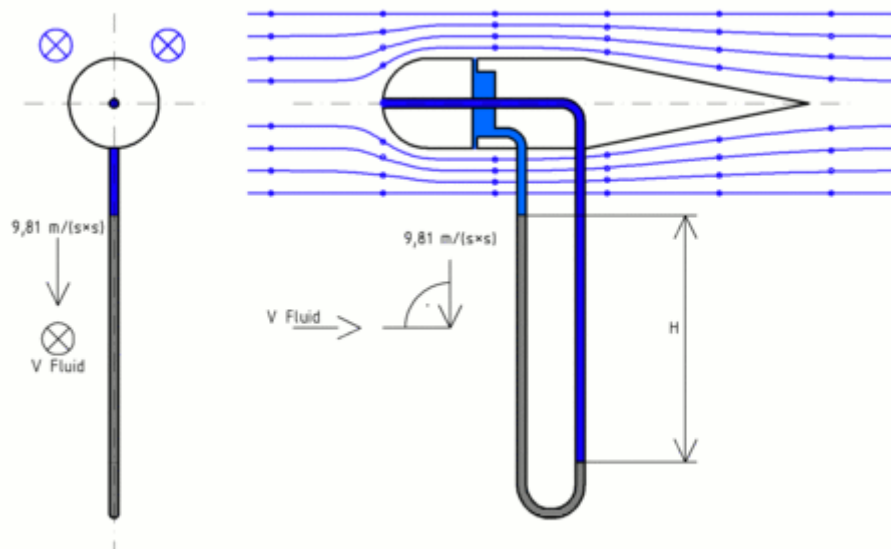
$K_x = K_p + K_i/s$

$X^*s(s) =$

$K_x \cdot 2 \cdot i \cdot L \cdot B$

$m \cdot s + C_x + (K_x \cdot 2 \cdot i \cdot L \cdot B)$





Pressão estática: $\frac{P_1}{\gamma} = h \rightarrow P_1 = \gamma h$

h-> Carga de Pressão estática;
P-> pressão estática

Pressão dinâmica:

$$P_{\text{din}} = \gamma h_{\text{din.}} = \gamma \frac{V^2}{2g} = \frac{\rho V^2}{2}$$

$$h_{\text{din.}} = \frac{V^2}{2g} \rightarrow \text{Carga de Pressão dinâmica}$$

Ponto 2 = ponto de estagnação ($V_2=0$; $P_2=P_{\text{estagnação}}$)

Bernoulli entre 1 e 2, resulta:

$$\frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_{\text{estag.}}}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \Rightarrow \text{Estagnação} = \text{estática} + \text{dinâmica}$$

69) Sistema de Controle de Guinada (bússola Eletrônica)

Da mesma maneira que o sistema de controle de altitude e do sistema de controle de velocidade, cria-se o sistema de controle de guinada. A diferença é que ao invés de se usar o tubo de pitot para se medir a altitude e a velocidade, utiliza-se a bússola para se medir o ângulo de posicionamento da aeronave.

O modelo de medição e controle do ângulo de guinada e posicionamento do mesmo, utiliza o sistema de segunda ordem ou dois sistemas de primeira ordem para posicionar para o ângulo desejado.

Utiliza-se, da mesma maneira que no controle de velocidade, um potenciômetro de 0 a 12 Vcc ou dois joysticks (um para frente outro para trás) para se criar a rotação horária ou anti-horária. Trabalha-se da mesma maneira a medição do ângulo real, calcula-se o erro angular, amplifica-se este erro de forma proporcional e integrativa gerando-se uma corrente elétrica em cada direção impulsionando o sistema de forma horária e anti-horária, posicionando-se desta forma para o ângulo desejado.

Ou seja, o ângulo real é modificado para se posicionar a posição para o ângulo desejado. Quanto maior for o erro calculado, maior é a velocidade de posicionamento para se atender para o ângulo real. Quanto menor for o erro calculado, menor é a velocidade de posicionamento do ângulo real. De forma que se o erro for zero, a corrente elétrica de posicionamento vai a zero. Só ocorre corrente elétrica caso ocorra o erro de posicionamento do ângulo desejado em relação ao ângulo medido.

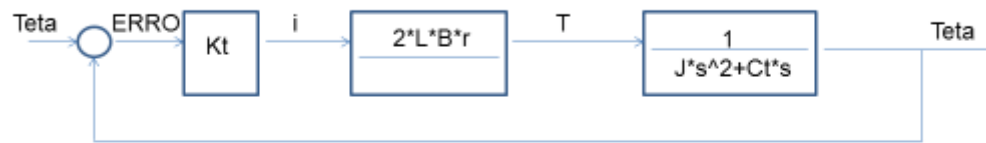
O sistema de controle de guinada utiliza-se de uma bússola eletrônica para que esta possa definir o ângulo de guinada medido e real.







Controle de Guinada



Teta: ângulo de proa

J: momento de inércia do sistema

Kt: amplificador

g: aceleração da gravidade

i: Corrente elétrica

Ct: coeficiente de arrasto de torque

T: Torque Eletromagnético

$K_t = K_p + K_i/s$

$$Teta(s) = \frac{K_t * 2 * L * B * r}{J * s^2 + C_t * s + (K_t * 2 * L * B * r)}$$

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia



70) Sistema Eletrônico de Controle

O sistema eletrônico de controle é baseado nos princípios de Engenharia de Controle de Transiente. Ou seja, uma entrada degrau gera uma curva de performance sobre a variável a ser controlada onde os principais modelos são a planta do sistema, a variável de amplificação PID (proporcional, integral e derivativa) o erro sobre a variável a ser controlada e interferências, como por exemplo a atitude da massa e do peso sobre a força a ser controlada.

O que significa que são as seguintes variáveis utilizadas na Engenharia de Controle:

Variável desejada

Variável real

Variável medida

Erro de Operação da Variável

Circuito Amplificador PID (Proporcional, Integral e Derivativa)

Corrente elétrica controlada

Força Eletromagnética

Força Peso (no caso de controle vertical)

Função de Transferência da Planta

Função de Transferência da Malha Fechada

Esta composição de variáveis do circuito amplificador PID deve ser estável e para isso os polos da Função de Transferência da Malha Fechada devem ser negativos, ou trabalha-se com dois polos reais negativos ou dois polos complexos também negativos. Se os polos fossem positivos o sistema seria instável.

O sistema eletrônico de controle, portanto, utiliza-se de equipamentos digitais baseados em circuitos digitais que utilizam amplificadores operacionais.

O primeiro circuito amplificador operacional é um amplificador que multiplica a tensão elétrica de um potenciômetro de 0 a 12 Vcc para uma voltagem que representa a altitude desejada.

O segundo circuito amplificador operacional constitui-se um conjunto de subtração de tensão, mais especificamente subtrai a altitude desejada pela altitude medida.

O terceiro e o quarto circuito amplificador operacional define a amplificação PID, onde o terceiro é o AmpOp proporcional e o quarto é o AmpOp Integrativo (no caso pode também existir um quinto AmpOp derivativo). E a saída do AmpOp proporcional e a saída do AmpOp Integrativo alimenta um circuito AmpOp de somatória.

A saída do circuito amplificador operacional de somatória define o valor da corrente elétrica (isto multiplicada a saída pelo ganho do transistor de potência) que alimenta a força eletromagnética.

$$F_p = i_p \cdot l_p \cdot B$$

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N_b \cdot I_b / (2 \cdot R)$$

$$i_p = 2 \cdot R \cdot N_p$$

onde:

F_p : força proporcional

l_p : corrente elétrica no propulsor

B : campo magnético

μ_0 : permeabilidade magnética no vácuo

μ_r : permeabilidade magnética relativa no material

N_b : número de voltas na bobina

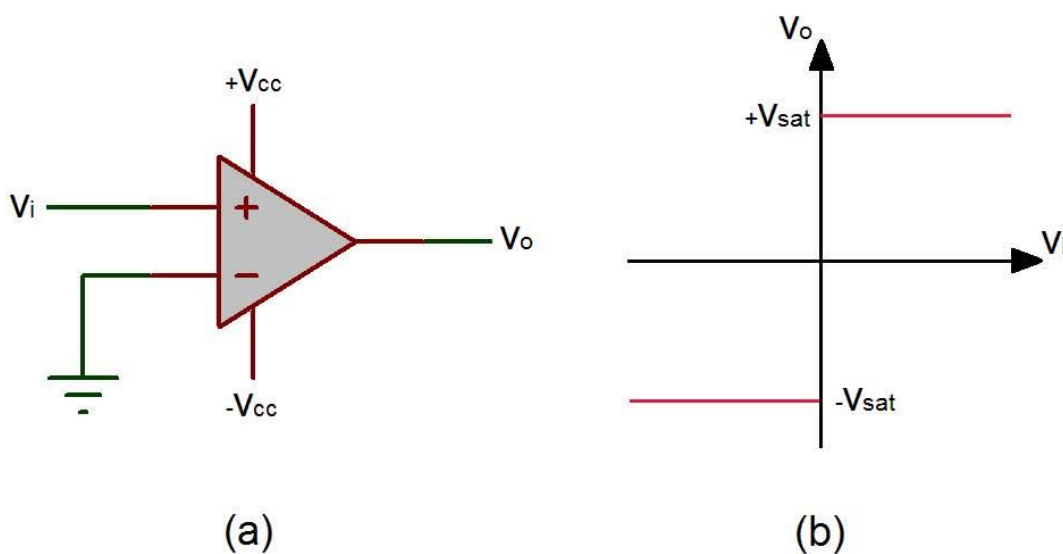
I_b : corrente elétrica na bobina

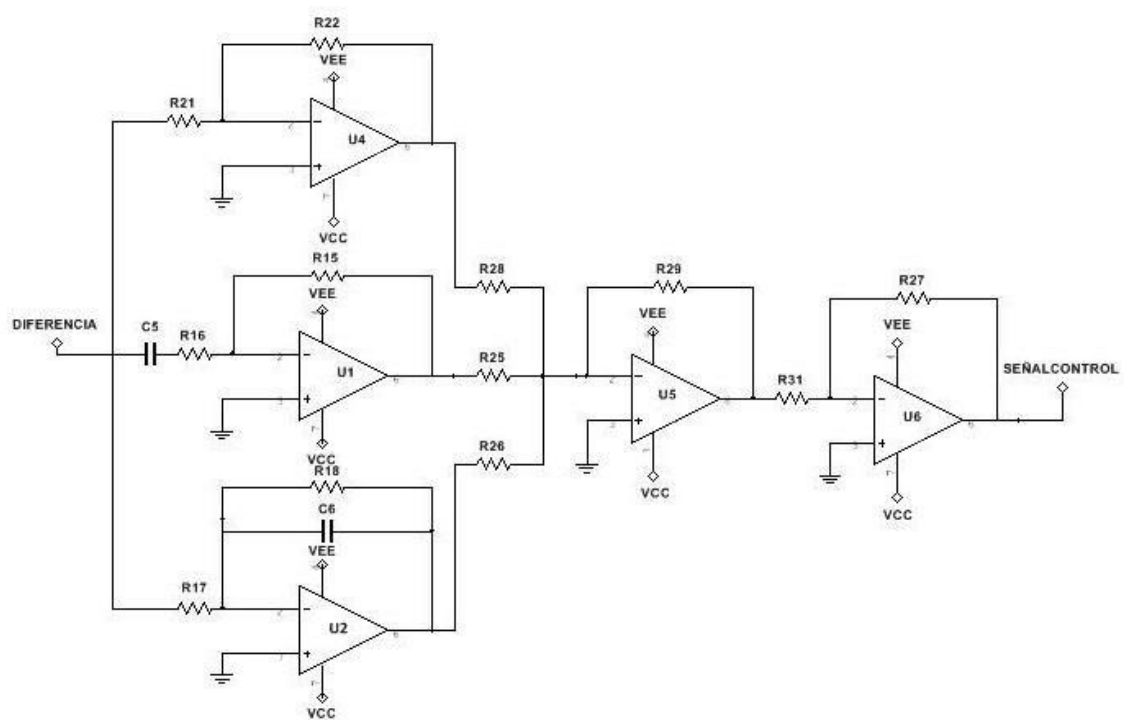
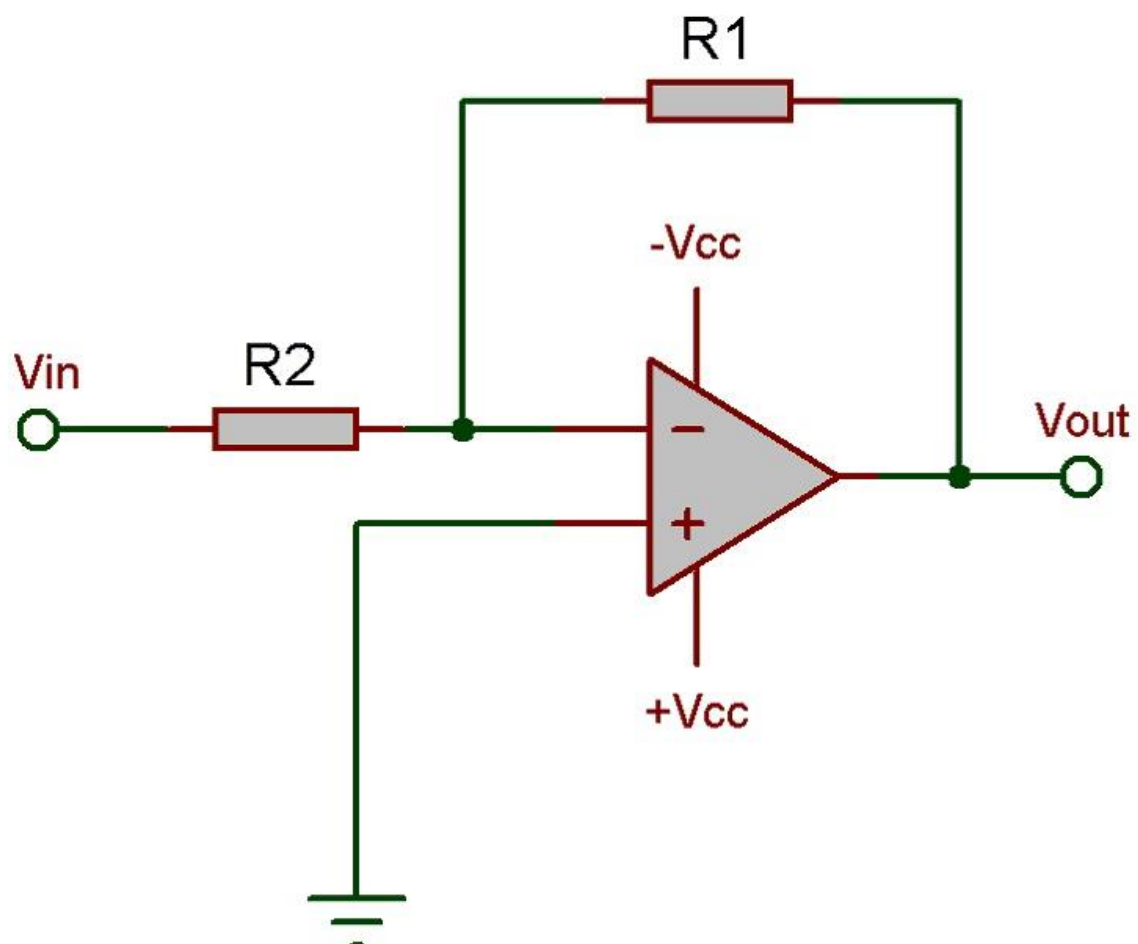
R : raio da bobina

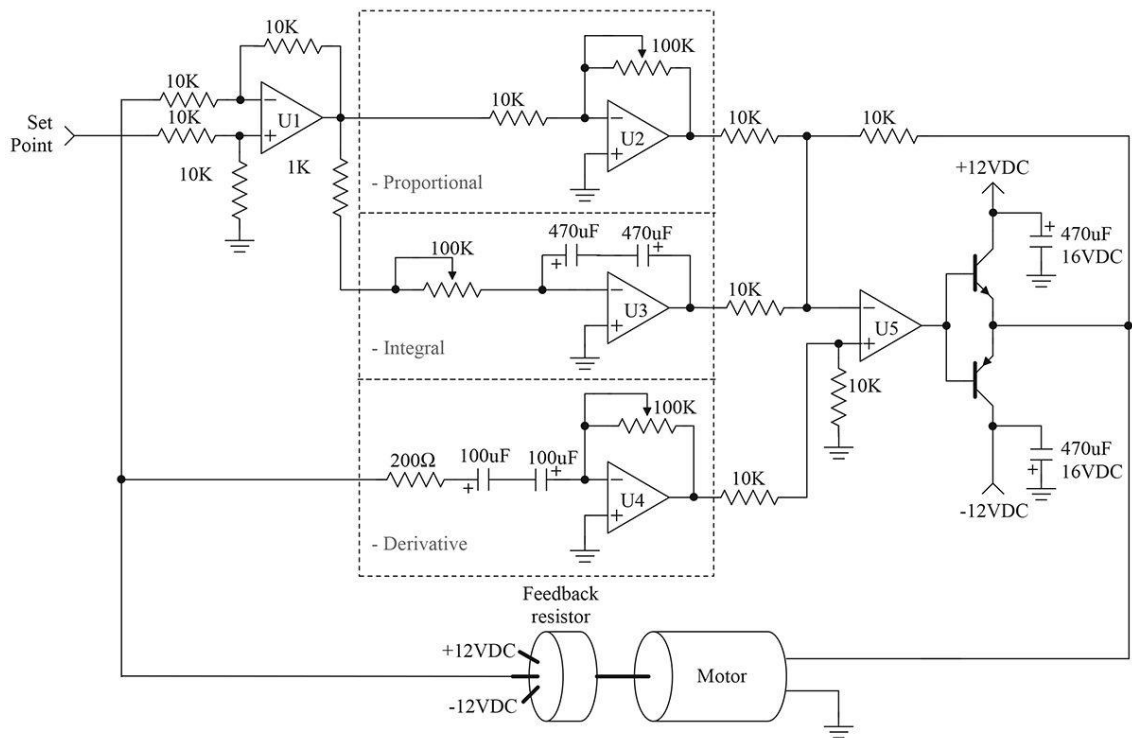
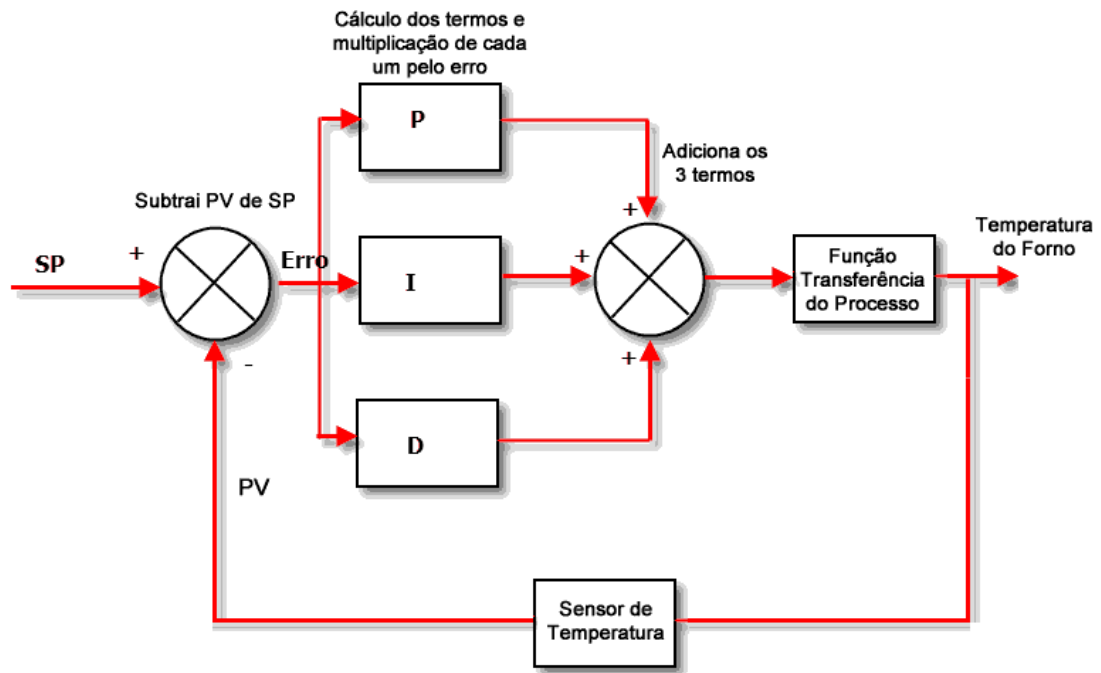
N_p : número de voltas do propulsor

Assim alterando-se a variável desejada, esta define um erro da variável que gera uma variável de controle (no caso a corrente elétrica) que gera de forma proporcional o valor da força eletromagnética que vem a impulsionar a planta do sistema constituindo assim uma função de transferência que venha a ter o comportamento dinâmico desejado.

Esta função de transferência desejada pode operar em contrapartida dinâmica desejada de uma função degrau, ou seja, uma resposta a um modelo de corrente elétrica de chaveamento de um valor para outro de maneira instantânea. Graças ao modelo de função de transferência projetado, a resposta da planta real opera de maneira o mais fiel possível em relação a entrada degrau desejada.







71) Modelo de Segurança com Paraquedas Principal

Quando a empresa VBJ Engenharia começou a pesquisa com novos conceitos de aeronaves, nossa intenção era que estas novas aeronaves tivessem duas vantagens em relação aos tradicionais helicópteros: que elas fossem mais econômicas e mais seguras.

A proposta de ser mais econômica se atinge com o modelo de funcionamento elétrico, utilizando-se baterias. Infelizmente esta característica é perdida, quando se pensa em ter uma autonomia maior, utilizando-se álcool etanol.

Em relação a operação mais seguro, as aeronaves VTOL da VBJ Engenharia permite a utilização de paraquedas, um principal e um segundo reserva. Ambos balísticos. O helicóptero não pode usar paraquedas, devido ao fato de que o rotor principal viria a sugar o mesmo.

Assim, usando baterias elétricas e paraquedas consegue-se criar uma aeronave mais econômica e mais segura que helicópteros e drones. O conceito de helicóptero com um rotor principal e outro traseiro e o conceito de drones com 4, 6 ou 8 rotores permite menor economia e menor segurança quando comparado ao princípio de funcionamento do sistema de propulsão eletromagnético da VBJ Engenharia.

Existe uma aeronave da empresa Cirrus que também usa paraquedas em uma emergência. A diferença é que se trata de uma aeronave de asa fixa e não de asa rotativa.

No caso das aeronaves da empresa VBJ Engenharia, os paraquedas são constituídos de um principal e um segundo reserva. Como as aeronaves da VBJ Engenharia não usam rotores, esta aplicação é bastante eficaz em caso de uma emergência.

Os paraquedas são montados na parte superior das aeronaves, sendo sempre alinhados com o centro de gravidade das mesmas. Numa emergência o paraquedas principal é acionado e caso o paraquedas principal não funcione de forma adequada e esperada, o paraquedas reserva assume a nova função de segurança.

A operação com paraquedas permite um enorme ganho com segurança, propondo uma enorme vantagem em relação a outras aeronaves que não o possuem (no caso de aeronaves com asa fixa) e que não podem possuir (no caso de aeronaves de asa rotativa).







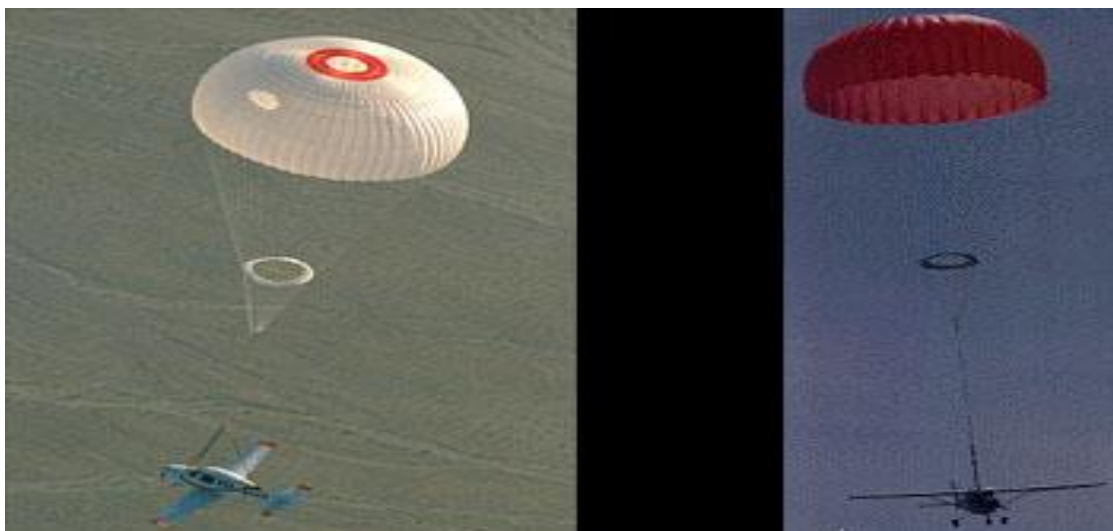
72) Modelo de Segurança com Paraquedas Reserva

Como segurança é altamente prioritária na aviação as aeronaves em-VTOL-Aircraft possuem dois recursos em emergências. São elas um primeiro paraquedas balístico principal e depois um segundo paraquedas balístico reserva.

Segurança é o critério número um em aeronaves. Quando começamos nossa pesquisa e desenvolvimento, nossos principais objetivos era projetar uma aeronave que fosse mais segura e mais econômica que outras aeronaves VTOL, tais como helicópteros e drones. Quando iniciamos nossa pesquisa em 1999 nem existiam os drones.

Os paraquedas utilizados na emergência das aeronaves são balísticos para acelerar a emissão e o lançamento dos mesmos para permitir a proteção também para baixas altitudes. Um paraquedas não balístico somente pode ser usado em altitudes ligeiramente maiores, pois sem lançamento é mais lento que do balístico.

O modelo de Propulsão Eletromagnético da VBJ Engenharia utiliza dois paraquedas (um principal e um reserva), mas nada impede que sejam utilizados 3 ou mais, o que geraria uma segurança ainda maior em uma emergência de alto risco.





73) Modelo de Segurança com Airbags

Um terceiro sistema de segurança contra acidentes, além do paraquedas principal e do paraquedas reserva se trata do conjunto de airbags.

Para altitudes médias e altas, utiliza-se os paraquedas, já para altitudes baixas, os paraquedas não conseguem abrir a tempo. E neste caso de baixas altitudes, utiliza-se os airbags.

Os airbags conseguem abrir com uma velocidade enorme, gerando assim uma capacidade de ativar segurança mesmo numa emergência de alta necessidade de velocidade e de impacto.

Os airbags devem ser posicionados de forma a proteger a cabeça, o pescoço, as costas e colunas, as bacias e as pernas e pés. Cada um destes pontos de proteção deve possuir um airbag correspondente.

Os airbags devem trabalhar em conjunto com um capacete de proteção e com uma roupa adequada também para proteção em caso de acidente.

Desta forma, combinando paraquedas e airbags, tem-se segurança tanto em altitudes elevadas e médias, assim como tem-se segurança em altitudes baixas.

Altitudes baixas estão relacionadas para que as aeronaves VTOL com sistema de proteção eletromagnética possam navegar ligeiramente a cima dos veículos terrestres, operando em torno de 2 a 5 metros de altitude. Já em altitudes médias, estamos falando de uma operação em torno de 100 a 200 metros e para altitudes altas, estamos considerando uma operação em

torno de 3000 metros. Mais que 3000 metros ocorre a necessidade de se utilizar sistemas de pressurização e oxigênio dentro da cabine.

Os airbags são intensamente utilizados em caso de acidente de carro e possuem uma elevada eficiência, sendo muito adequados para serem utilizados em aeronaves VTOL.

A utilização de paraquedas e airbags em aeronaves VTOL se torna praticamente obrigatória e da mesma forma que possuem uma grande eficiência em operações com veículos terrestre e com outros veículos aeronáuticos trabalha-se também com grande eficiência para a utilização de veículos com sistema de propulsão eletromagnéticos.

O tempo de resposta, tanto do paraquedas principal balístico, quanto do paraquedas reserva balístico, quanto do conjunto de airbags precisa ser extremamente curto e rápido. Pois um pequeno atraso pode significar um grande acidente indesejado.

O único ponto indesejado para a utilização de paraquedas e airbags se trata do fato que o pouso de emergência pode ocorrer sobre um obstáculo não controlado e não planejado. Obstáculos estes, como outros veículos terrestres, outros veículos aeronáuticos, árvores, placas de trânsito e edifícios.

Este se trata de um problema que precisa ser estudado e corrigido de forma a permitir que este tipo de colisão venha a ser controlada e impedida. O paraquedas pode ser controlado de forma a conseguir direcionar o pouso sobre um ponto planejado. Mas os airbags não possuem nenhum sistema de controle ou de navegação.





74) Utilização de Capacete

Para uma completa segurança no voo de aeronaves VTOL, não basta a utilização de paraquedas, principal e reserva, e airbags, em vários pontos do corpo, mas também é necessário o uso de capacetes para a proteção das cabeças dos usuários, incluindo pilotos e passageiros das aeronaves que usam sistema de propulsão eletromagnético.

Os capacetes devem ser capazes de proteger todas as áreas da cabeça dos pilotos e dos passageiros (área frontal, lateral e traseira), garantindo proteção e segurança dos usuários.

O sistema de propulsão eletromagnético pode gerar um acidente na vertical, no voo frontal, no voo lateral ou em guinada, e também no voo em retaguarda; e desta maneira a utilização de capacetes podem ser fundamentais para a segurança, proteção e saúde dos usuários.







75) Utilização de Roupa de Proteção

Da mesma maneira que a utilização de capacete é fundamental para a segurança da cabeça dos piloto e usuários, a utilização de roupas especiais de proteção também é fundamental para garantir a segurança do tórax, da coluna vertebral, dos braços, da bacia, do fêmur, dos joelhos, das canelas e dos pés.

As roupas de proteção são muito utilizadas em competição de moto velocidades, onde os pilotos operam no limite de velocidade em curva como joelho muito perto do chão. Quando um piloto de moto velocidade sofre um acidente, a roupa que eles usam defende e protege o mesmo garantindo sua segurança física.

No caso de um acidente em uma aeronave VTOL, não somente agem para proteger os paraquedas (principal e reserva), os airbags (em diferentes partes do corpo), o capacete (para proteger a cabeça), mas também a roupa de proteção (para proteger todas as partes do corpo).

Com esta estrutura de paraquedas, airbags, capacete e roupa de proteção, os usuários das aeronaves VTOL com sistema de propulsão eletromagnético podem atuar de forma bastante segura e com baixíssimo risco de acidente com traumatismo em qualquer parte do corpo. Caso ocorra um acidente indesejado, os usuários estarão bem protegidos e seguros, impedindo qualquer probabilidade de traumatismo físico.

Os pilotos de Fórmula 1 também apostam na mesma equação de roupas especiais de proteção, cockpit de fibra de carbono e capacete de proteção.





MB-S001



MB11-G001





THE DARK KNIGHT RISES



WWW.UDREPLICAS.COM



BATMAN and all related characters and elements are trademarks of and © DC Comics.
WB SHIELD: TM & © Warner Bros. Entertainment Inc.
(s 12)



FAROFINDS.COM.BR

76) Processo de decolagem na vertical

As aeronaves VTOL não necessitam de pista nem para decolar nem para pousar, pois elas podem agir na vertical, da mesma forma que decola e pousa um helicóptero, um tandem e um drone.

A aplicação de aeronaves com voo VTOL são muito importantes para a utilização de porta-aviões da marinha. Isto devido ao fato que a pista em um porta-avião é bastante curta e ainda há a necessidade de se utilizar o freio mecânico usando um cabo elástico na aterrissagem.

As aeronaves VTOL JetPack, que utilizam sistema de propulsão eletromagnética, executam o voo vertical com decolagem e pouso, sem a utilização de pista, nem para cima, nem para baixo.

O processo de decolagem na vertical opera com 480 kg ou 960 kg e no caso do 480 kg, trabalha com 100 Hp e no caso do 960 kg, trabalha com 200 Hp de potência.

Cada propulsor vertical sustenta 120 kgf para a utilização de 200 voltas e 5 Amperes no estator; e 200 voltas e 10 Amperes no propulsor. Ou seja, com 4 propulsores carrega 480 kgf e com 8 propulsores carrega 960 kg.

$$F_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (w^2 \cdot R^2) / 4 \cdot b \cdot R \cdot c_l \cdot n_p \cdot n_r$$

onde

F_v : força vertical

ρ : densidade do ar

w : velocidade angular do rotor

R: raio do rotor

b: largura da pá do rotor

cl: coeficiente de sustentação

np: número de pás

nr: número de rotores

Já no modelo de voo VTOL do sistema de propulsões eletromagnético trabalha da seguinte maneira:

$$B = \mu_0 \mu_r \int (i_b \cdot dl^r) / (4 \cdot \pi \cdot r^2)$$

$$F_{vele} = i_p \cdot l \cdot B$$

onde

B: campo magnético

μ_0 : permeabilidade magnética no vácuo

μ_r : permeabilidade magnética relativa do material específico

i_b : corrente elétrica na bobina

dl : elemento de comprimento do estator

π : 3,14

r : raio de distância entre o elemento dl e ponto do Campo Magnético

F_{vele} : força na vertical baseada em eletromagnetismo

i_p : corrente elétrica no propulsor

l : comprimento do propulsor

Ao se utilizar rotores a equação muda para usar pás e equação de sustentação aerodinâmica, já ao se usar sistema de propulsão eletromagnético o princípio de voo não usa conceitos de aerodinâmica, mas sim de propulsão de empuxo eletromagnético que pode ser implementado na vertical ou na horizontal.







77) Processo de voo pairado

As aeronaves VTOL, sejam helicópteros, sejam tandem, sejam drones, sejam blimps, todos têm capacidade e potencial para executar voo pairado. Ou seja, se sustentar no ar sem executar movimento e deslocamento frontal.

O voo pairado consiste em a aeronave ficar sem movimento, nem frontal, nem guinado, nem em retaguarda, nem na vertical. Ou seja, ela fica totalmente parada.

O helicóptero executa este movimento com o coletivo fixo e com o cíclico também fixo. Uma vez que o movimento do coletivo executa o voo vertical e o movimento do cíclico executa o voo horizontal para frente, para trás e para os lados. No caso dos helicópteros deve-se também manter os pedais fixos para não ocorrer rotação durante o voo pairado. O voo pairado se atinge com a força de sustentação do rotor principal sendo igual a força peso do sistema helicóptero mais combustível mais carga útil.

No caso dos tandens os rotores, tanto o de trás, quanto o da frente se mantêm fixados com o cíclico e o coletivo parado. Os tandens possuem dois rotores e ambos ficam fixados com movimento rotatório para manter o voo pairado. A força e sustentação dos dois rotores deve ser igual ao peso da aeronave mais o peso do combustível mais o peso da carga útil.

Em relação aos drones que usam 4, 6 ou 8 rotores, para se executar o voo pairado, estes rotores se mantêm com velocidade constante de forma que a força de sustentação dos rotores deve ser igual a força peso do sistema e desta forma garante o voo pairado. Quando falamos de peso do sistema este inclui o peso da aeronave drone, o peso das baterias e o peso da carga útil.

Os blimps são outra aeronave capaz de executar o voo pairado. Os blimps são dirigíveis que utilizam motor de propulsão elétrico ou a combustível e estes conseguem se manter parados no ar. A grande vantagem dos blimps em relação a outras aeronaves é o fato de os blimps não necessitarem consumir energia para se sustentar no ar. Normalmente eles são feitos de gás hélio que é mais leve que o ar atmosférico.

Os blimps (usando hélio) assim como os balões (usando ar quente) são capazes de executar voo pairado, contudo se houver vento lateral ou de proa, os blimps e/ou os balões são arrastados pois seus coeficientes de arrasto são muito grandes, devido a sua grande área de trabalho.

Algumas aeronaves militares tanto inglesas quanto norte americanas também conseguem executar o voo VTOL e o voo pairado. A desvantagem é que o consumo de energia e combustível nestas condições de voo são muito elevadas.









78) Processo de pouso na vertical

Assim como na decolagem na vertical das aeronaves VTOL, estas também são capazes de pousar na vertical, sem a necessidade de uso de pistas que são fundamentais no caso de aeronaves de asa fixa.

As aeronaves de asa fixa necessitam de pista tanto para decolar quanto para pousar. Algumas aeronaves STOL (Short Take Off and Landing – decolagem e pouso em pistas curtas) usadas principalmente em portas aviões são um ponto intermediário entre não ter pista nenhuma ou ter pista para decolagem e pouso.

Tanto os balões, quanto os blimps, assim como os drones, os helicópteros, os tandens e as aeronaves tilt-rotors tem a capacidade de pousar na vertical e não somente decolar na vertical.

O pouso na vertical significa ter a capacidade de pousar sem a utilização de pista e assim os veículos aeronáuticos que sustentam este potencial e esta condição, sendo capaz de realizar este feito todos os balões, todos os blimps, todos os drones, todos os helicópteros, todas as aeronaves tandem, todas as aeronaves tilt-rotors.

O pouso na vertical pode ser atrapalhado ou dificultado caso surjam fortes ventos laterais ou de proa. Estes ventos podem gerar arrasto lateral ou arrasto frontal ou de retaguarda. E este arrasto lateral pode inviabilizar o pouso em heliportos ou em terrenos estreitos.

No caso dos helicópteros o pouso em heliportos ocorre com o posicionamento da aeronave sobre o ponto de pouso desejado utilizando o controle cíclico e ao se posicionar no ponto foco utiliza-se o coletivo para diminuir a rotação do motor e o ângulo de ataque das pás, fazendo que

nessas condições diminua-se a força de sustentação na vertical, permitindo o pouso.

O pouso de aeronaves tandem ocorrem de forma bem similar controlando a rotação dos motores e o ângulo de ataque das pás dos dois rotores.

Também desta forma trabalha as aeronaves tilt-rotors, sendo que a diferença é que deve ser articulada o posicionamento dos rotores que devem ser movimentados da horizontal para a vertical, alterando o deslocamento horizontal para o deslocamento vertical e desta forma gera-se a diminuição da velocidade de rotação dos rotores gerando o pouso na vertical desejado.

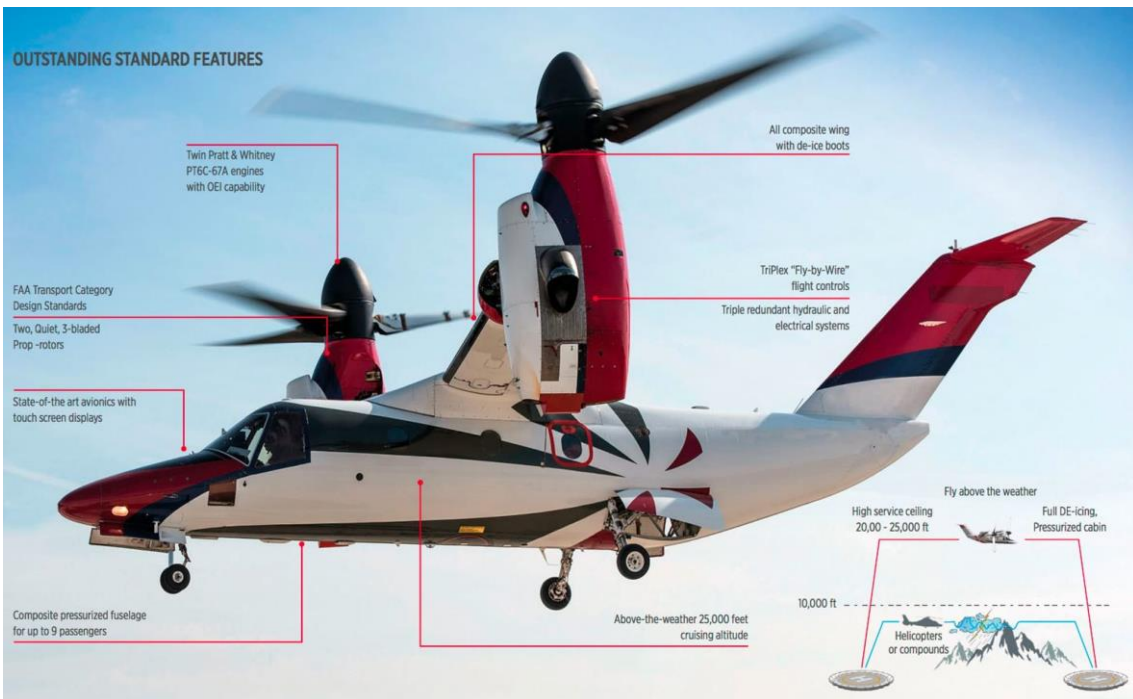
Já no caso dos balões e dos blimps o pouso ocorre com a diminuição do ar quente dos balões através de válvulas de escape e da diminuição do gás hélio dos blimps também através de válvulas de escape. Nos dois casos há a necessidade de realizar o apoio de pouso com equipe em solo. O arrasto de vento nos balões e nos blimps é ainda muito maior que no caso das outras aeronaves VTOL, isto devido à enorme área potencial de arrasto.

O controle de pouso na vertical é executado através do princípio de malha fechada onde a altitude desejada é gerada através de um potenciômetro e seu respectivo amplificador operacional e seu tubo de pitot com sua respectiva medição de altitude real mensurada. Da mesma forma que em todo o sistema de malha fechada, trabalha-se com a diferença ou erro de altitude e sua amplificação proporcional, integral e derivativa e o comportamento dinâmico da planta do sistema inercial.









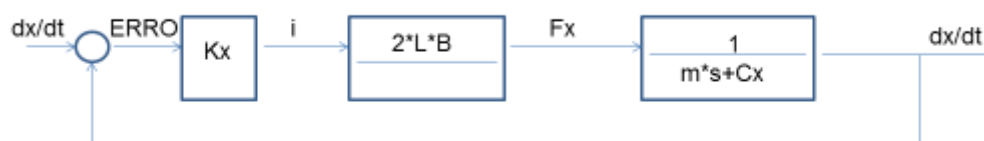
79) Processo de navegação na horizontal

No sistema de propulsão eletromagnético, os propulsores (4, 8, 12 ou mais) criam um empuxo vertical. Ao se usar servo-motores para inclinar os propulsores esta inclinação é limitada para um ângulo máximo de 10 graus. Com 10 graus de inclinação o cosseno deste é limitado a 98% e o seno do mesmo é limitado a 17%. Ou seja, a aceleração máxima na horizontal é proporcional a 17% da força na vertical do voo pairado.

Quanto maior for a inclinação para frente, maior será sua aceleração horizontal frontal; e quanto maior for sua inclinação para trás, maior será sua frenagem horizontal, ou maior será sua aceleração em retaguarda.

O controle de velocidade trabalha de forma similar a um modelo de malha fechada de maneira que a aceleração máxima é limitada a 17% para frente e para trás. A seguir verificamos o modelo de malha fechada para controle de velocidade horizontal:

Controle de Velocidade Horizontal



dx/dt : velocidade horizontal

m : massa do sistema

K_x : amplificador

g : aceleração da gravidade

i : Corrente elétrica

C_x : coeficiente de arrasto horizontal

F_x : Força Eletromagnética

$K_x = K_p + K_i/s$

$$X^*s(s) = \frac{K_x \cdot 2 \cdot i \cdot L \cdot B}{m \cdot s + C_x + (K_x \cdot 2 \cdot i \cdot L \cdot B)}$$

O controle de velocidade horizontal tem, portanto, uma limitação máxima e uma limitação mínima; a primeira em valor máximo de 17% e na segunda em valor mínimo de -17%. Este valor de 17% é consequência do cálculo do seno de 10 graus. Assim como no caso do voo em movimento vertical é consequência do cálculo do cosseno de 10 graus (ou seja, 98%).

O processo de navegação na horizontal é proporcional ao peso total do sistema, incluindo peso da aeronave, peso do combustível, peso da carga útil, peso da tripulação, peso do piloto; ou no caso do sistema de propulsão eletromagnético, calcula-se o peso das baterias no lugar do peso do combustível.

Quanto maior for a força de propulsão vertical, dada por $m \cdot g$ (massa vezes velocidade angular), maior será sua força horizontal, pois a força horizontal será igual a $0,17 \cdot m \cdot g$. No entanto a aceleração dividida pela massa será igual a $0,17 \cdot g$ (ou seja: $1,67 \text{ m/s}^2$).

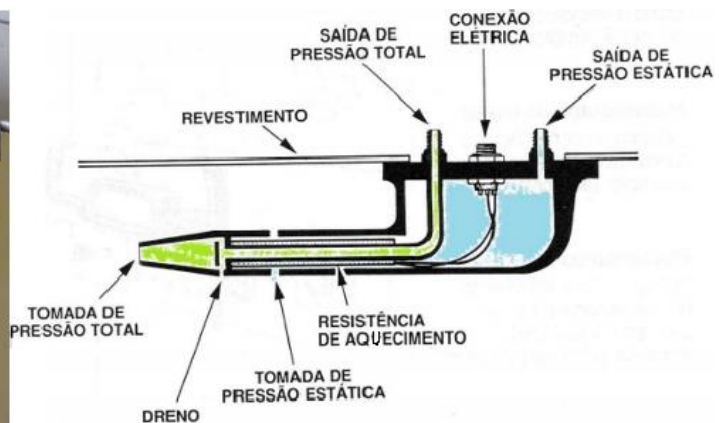
Existe uma outra condição de voo horizontal que capacita a aeronave a uma aceleração muito maior. Para isto, ao invés de montar propulsores horizontais articulados, utiliza-se propulsores fixos para gerarem força na horizontal (sem articulação).

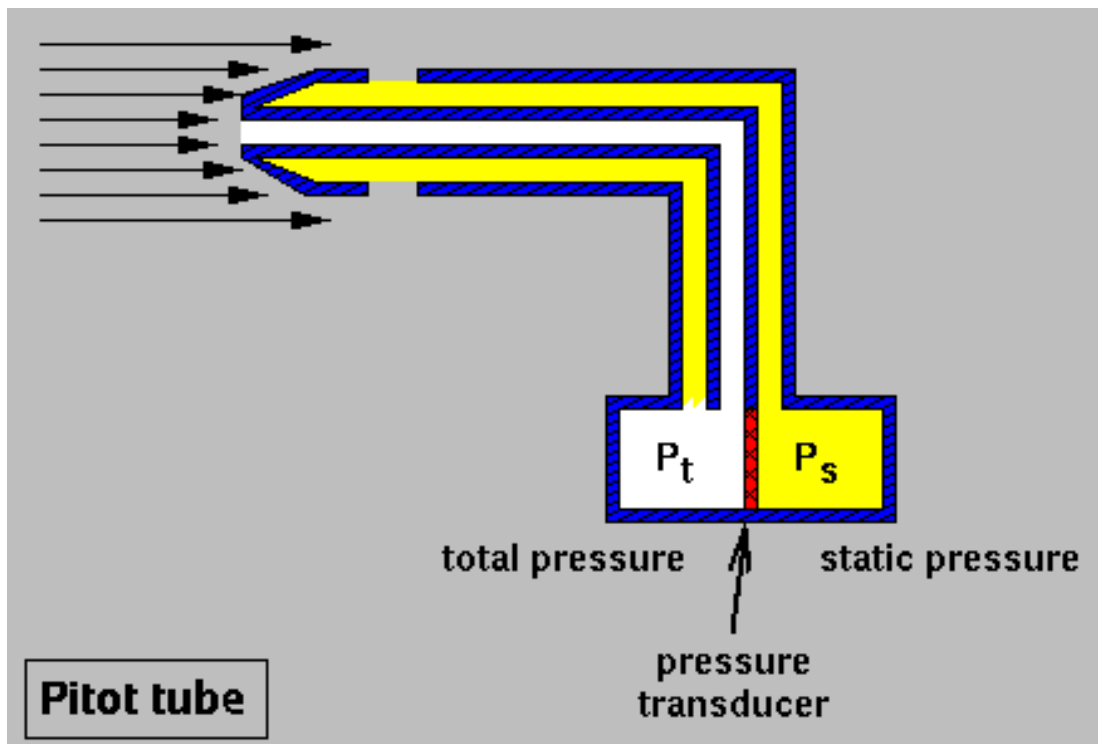
Com 2000 Amperes o sistema é capaz de gerar 120 kgf por propulsor na vertical (no caso de propulsores na vertical) e 120 kgf por propulsor na horizontal (no caso de propulsores na horizontal). Ou seja, para um sistema que pese 480 kg e tenha 2 propulsores na horizontal, o sistema de propulsão gera uma aceleração na horizontal de 5 m/s^2 (ou seja, 2,99 vezes mais intensa que as aeronaves com propulsores articulados).

A navegação horizontal permite voo à frente acelerada, voo à frente em velocidade constante, e voo à frente desacelerada. Da mesma forma a navegação horizontal permite voo em retaguarda acelerada, voo em retaguarda em velocidade constante e voo em retaguarda desacelerada.

Tanto no voo frontal acelerado, quanto no voo em velocidade constante, quanto em velocidade desacelerada o sistema de navegação deve obedecer ao modelo de malha fechada, onde a velocidade desejada é apresentada por um potenciômetro e seu amplificador operacional e a velocidade real é medida através de um tubo de pitot. O tubo de pitot é capaz de medir a pressão dinâmica da velocidade da aeronave e também é capaz de medir a pressão estática da altitude da aeronave na atmosfera.

Assim o sistema de navegação horizontal é monitorado durante todo o tempo de voo pelo tubo de pitot. Tubo este que mede a pressão dinâmica que é proporcional à velocidade horizontal da aeronave. Portanto o tubo de pitot mede a velocidade horizontal real proporcional à pressão dinâmica e também mede a altitude vertical real proporcional à pressão estática.





O processo de navegação na horizontal, portanto, opera em malha fechada de controle de velocidade comparando durante todo o tempo e agindo alterando, aumentando ou diminuindo a força de propulsão e sua velocidade real medida pelo tubo de pitot.

Uma aeronave de asa fixa, somente voa para frente, portanto, basta um tubo de pitot, ou um segundo reserva em back-up. Já uma aeronave VTOL voa para frente e para trás e, portanto, há a necessidade de medir a velocidade nas duas direções, usando, portanto, 2 tubos de pitot, ou quatro, considerando dois reservas e em back-up.

Esta é mais uma enorme diferença entre aeronaves de asa fixa e aeronaves de voo VTOL. A aeronave de asa fixa voa somente para frente, enquanto que as aeronaves VTOL voam para frente e para trás, sem contar a capacidade de voo pairado.



80) Processo de aceleração na horizontal

O sistema de propulsão eletromagnético com 2000 amperes gera 120 kgf na vertical. Com 10 graus de inclinação nos propulsores cada propulsor gera uma aceleração horizontal de 17 % da força vertical, ou seja $0,17 \cdot m \cdot g$ ou seja: $1,67 \cdot \text{massa do sistema}$.

Esta aceleração é considerada a aceleração máxima para sistemas que se utilizem do propulsor articulado. Contudo, com propulsores que ao invés de serem articulados trabalha na horizontal de forma fixa, conseguem gerar forças na horizontal bem maiores e, portanto, acelerações bem maiores.

Por exemplo, se o sistema utilizar dois propulsores na horizontal, cada um com 120 kgf, estes geram 1200 N e com um peso de 400 kg estes conseguem gerar uma aceleração de 6 m/s^2 , cerca de 3,59 vezes maior que do sistema articulado.

A vantagem do sistema articulado é que este trabalha com um peso do sistema menor, pois ao invés de possuir 4 sistemas na vertical e mais 4 na horizontal, no sistema articulado opera com apenas 4 sistemas na vertical, sistemas estes articulados.

A aceleração horizontal define uma velocidade máxima dada pelo arrasto máximo; arrasto este proporcional à velocidade máxima ao quadrado como visto a seguir:

$$F_{arr} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot c_d$$

$$F_{arrmax} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{max}^2 \cdot S \cdot c_d$$

$$F_{empuxo} - F_{arrmax} = 0$$

$$m \cdot a_{celhor} = F_{empuxo} - F_{arr}$$

$$F_{\text{empuxo}} = m \cdot g \cdot 0,17$$

Farr: força de arrasto

ρ : densidade do ar

V: velocidade horizontal

S: superfície da asa

c_d : coeficiente de arrasto

Farrmax: força de arrasto máxima

Vmax: velocidade de arrasto máxima

Fempuxo: força de empuxo horizontal

m: massa do sistema

g: aceleração da gravidade

acelhor: aceleração horizontal

Desta forma, o processo de aceleração horizontal pode ter dois modelos: o primeiro com sistema de propulsão articulado com articulação máxima de 10 grau de inclinação e o segundo com propulsor fixo na horizontal sendo 2 propulsores de aceleração e mais 2 propulsores de frenagem.

Em ambos os casos, se a força máxima for igual a 120 kgf estes trabalham com 2000 Amperes em cada propulsor. Se a força máxima for de 100 kgf, estes trabalham com 1600 Amperes.

Com 400 kg de peso total do sistema (incluindo toda a máquina, todas as baterias e o peso do piloto) este necessita de 4 propulsores de 120 kgf. Já se o peso total do sistema trabalhar com 800 kg, o equipamento necessita de 8 propulsores de 120 kg de empuxo vertical cada um.

A aceleração horizontal cria um aumento de velocidade proporcional à velocidade ao quadrado da força de arrasto. Quanto maior for a velocidade, maior será sua força de arrasto. Sendo que surge uma força de arrasto máxima, ou seja, uma velocidade máxima em cuja força de arrasto se torna igual à força de empuxo. Sendo a força de empuxo gerada pelos propulsores horizontais fixados, seja a força de empuxo gerada pela articulação dos propulsores verticais.



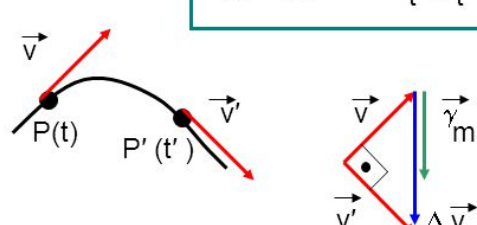
Cinemática Vetorial II

1- Vetor Aceleração ou Aceleração Vetorial

Média :

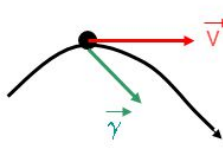
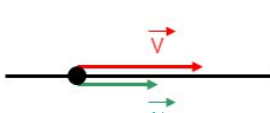
$$\vec{\gamma}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}' - \vec{v}}{t' - t}$$

Módulo: $|\vec{\gamma}_m| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t}$
 Direção: Mesma de $\Delta \vec{v}$
 Sentido: Mesmo de $\Delta \vec{v}$



$$\Rightarrow |\vec{\gamma}_m| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{\sqrt{v^2 + v'^2}}{\Delta t}$$

Instantânea :

$$\vec{\gamma} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{\gamma}_m \rightarrow \vec{\gamma} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$





81) Processo de desaceleração na horizontal

Da mesma maneira que o sistema de propulsão eletromagnético realiza aceleração horizontal este sistema também pode realizar uma desaceleração horizontal; onde podem existir os mesmos dois modelos: um primeiro articulado e um segundo com acelerador e desacelerador fixo.

O desacelerador articulado trabalha uma inclinação máxima de 10 graus e o desacelerador fixo trabalha com o sistema de atuação específica para frenagem. Existe uma terceira opção em que o acelerador e o desacelerador são o mesmo equipamento, em que para aceleração a corrente elétrica é positiva e para a desaceleração a corrente elétrica é oposta e negativa.

Desta forma o processo de desaceleração ocorre com um empuxo horizontal negativo com este em trabalho e operação em sentido contrário ao do movimento horizontal em atuação.

Assim, a desaceleração diminui a velocidade horizontal de trabalho. A desaceleração pode trabalhar para a diminuição da velocidade de operação, mas também pode trabalhar até realizar o voo pairado, com velocidade horizontal igual a zero.

Quando a velocidade atinge zero e a aeronave passa a trabalhar em voo pairado, e o empuxo de frenagem pode ser zerado e o veículo fica parado no ar sem deslocamento.





82) Processo de voo para retaguarda

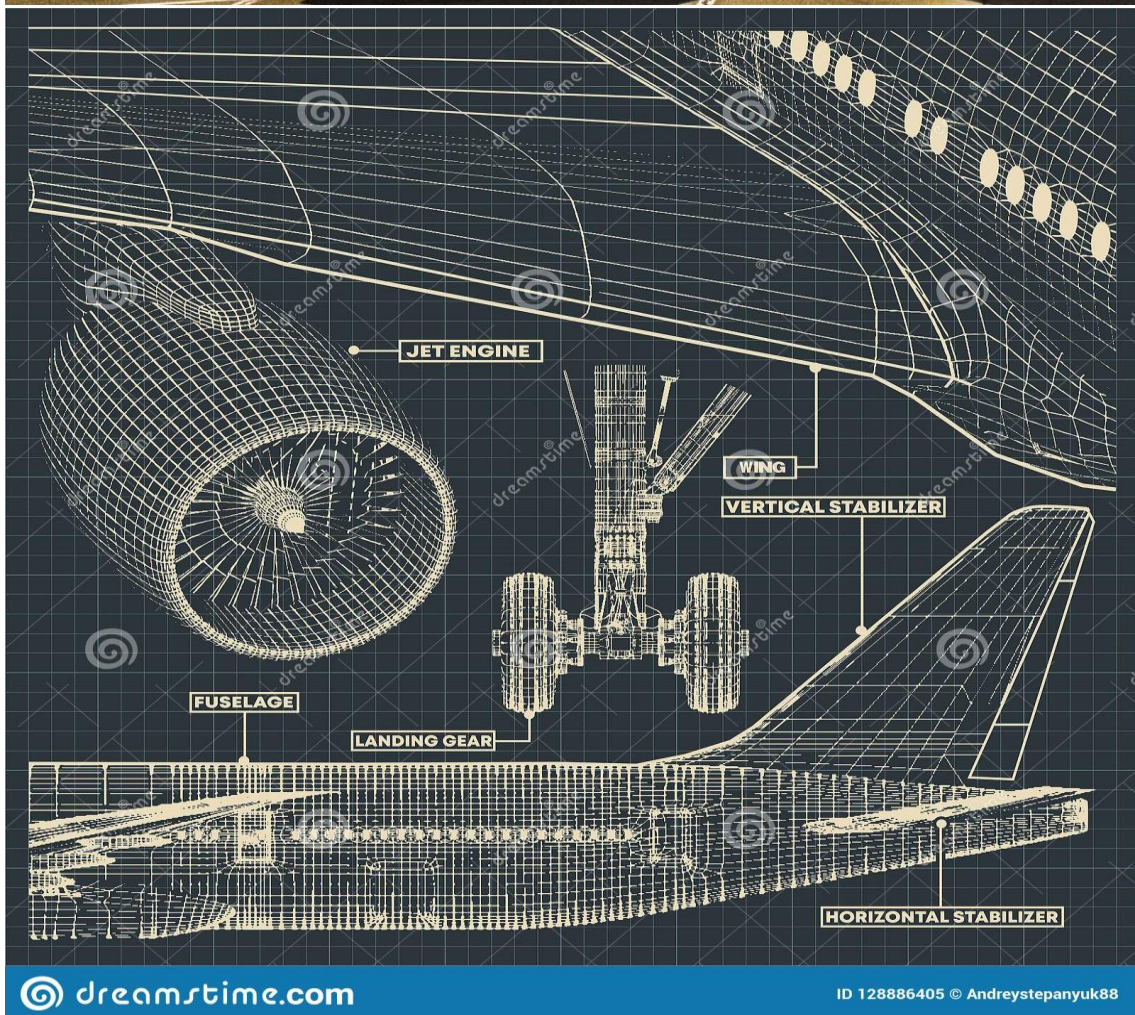
As aeronaves de asa fixa, não conseguem nem são capazes de voo para trás (para retaguarda); já as aeronaves VTOL tem este potencial. Tanto os helicópteros, quanto as aeronaves tandem, quanto os drones e os tilt-rotors são capazes não somente de decolar e pousar na vertical, quanto também são capazes de voar para trás (para retaguarda).

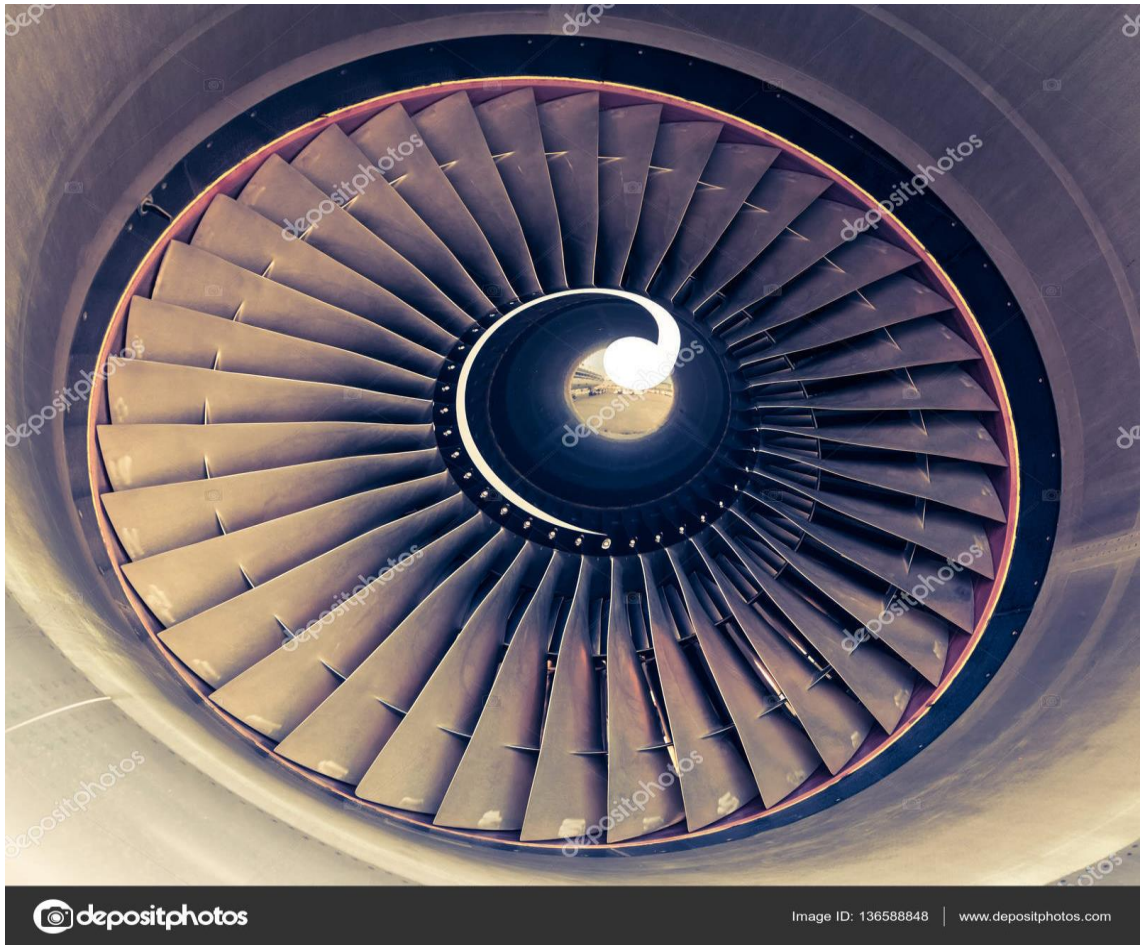
Para voar para trás (isso inclui da aeronave com sistema de propulsão eletromagnética da VBJ Engenharia) basta que os propulsores verticais realizem voo pairado e em seguida façam uma leve inclinação para trás, o que gera um empuxo em retaguarda.

Desta forma para se executar o voo em retaguarda, há a necessidade de antes de voar para trás, esta aeronave execute o voo pairado. O voo pairado, seguido da inclinação dos propulsores geram o voo em retaguarda. No caso do Sistema de Propulsão Eletromagnético existe a opção de inclinação dos propulsores verticais e/ou a utilização de 2 outros propulsores com foco único em gerar empuxo traseiro.

O empuxo traseiro gera uma desaceleração (no caso do voo estiver em estágio frontal), ou gera uma parada executando o voo pairado, ou gera uma aceleração para trás (voo em retaguarda).

Como dito anteriormente as aeronaves de asa fixa somente conseguem navegar para frente e para a inclinação fronto-lateral. As aeronaves de asa fixa não conseguem voar para os lados nem voar para trás. O uso do retro propulsor nas aeronaves de asa fixa é usando somente para executar o freio aerodinâmico colaborando para diminuir a velocidade na pista de pouso.





83) Processo de operação de guinada de voo

O processo de operação de guinada de voo utiliza também o modelo de malha fechada, com a diferença de ao invés de usar altitude ou velocidade medidas pelo tubo de pitot, utiliza bussola digital que informa o ângulo de operação medido e real.

O modelo e malha fechada define o ângulo e proa desejado e subtrai o ângulo real medido e desta forma define um erro de ângulo desejado e a seguir define um amplificador PID (proporcional, integral e derivativo) e calcula a intensidade de corrente elétrica que gera um torque proporcional ao campo magnético, ao condutor elétrico e ao braço do torque e da força. Este torque gera a dinâmica sobre a planta inercial que define o ângulo de proa real.

Você pode ver o modelo de malha fechada da bussola e do ângulo de guinada a seguir:

Controle de Guinada



Teta: ângulo de proa

J: momento de inércia do sistema

Kt: amplificador

g: aceleração da gravidade

i: Corrente elétrica

Ct: coeficiente de arrasto de torque

T: Torque Eletromagnético

$K_t = K_p + K_i/s$

Teta(s) =

$K_t * 2 * i * L * B * r$

$J * s^2 + C_t * s + (K_t * 2 * i * L * B * r)$

O processo de malha fechada permite que o ângulo de proa real medido seja o mais próximo possível do ângulo de proa desejado. A planta depende do momento de inércia do sistema e do coeficiente de arrasto do torque.

Como se trata de uma aeronave de voo VTOL o ângulo de proa não depende de velocidade horizontal e pode realizar a guinada mesmo com a aeronave em voo pairado.

Ou seja, a aeronave permite a realização da guinada em qualquer situação, seja em voo frontal, seja em voo de retaguarda, seja em voo pairado.

A bússola digital mede o ângulo de proa real e o potenciômetro define o ângulo de proa desejado. O potenciômetro pode ser constituído por um alterador de voltagem rotacional ou pode ser constituído por dois joystick (um para frente, outro para trás). Ao se definir o joystick da esquerda para frente e o da direita para trás a guinada opera no sentido horário, enquanto que se o joystick da esquerda for movimentado para trás e o da direita para frente a guinada opera no sentido anti-horário.









84)Treinamento de Voo para Brevê

Assim como é necessário tirar habilitação terrestre para poder dirigir moto, carro ou caminhão; e assim como também é necessário tirar brevê para pilotar avião ou helicóptero, é do mesmo jeito necessário tirar brevê para pilotar a aeronave com o sistema de propulsão eletromagnético.

Para tirar o brevê para pilotar a aeronave de propulsão eletromagnética é necessário inicialmente fazer um curso teórico de voo da aeronave, e em seguida praticar junto com um instrutor de voo a decolagem vertical, o voo pairado, o voo em aceleração para frente, o voo em desaceleração para frente, o voo guinado horário, o voo guinado anti-horário, o voo em retaguarda acelerado, o voo em retaguarda desacelerado, o pouso vertical e a atuação em malha fechada de controle de altitude, controle de velocidade horizontal e controle de guinada.

As aulas práticas para se tirar o brevê das aeronaves com sistema de propulsão eletromagnético são estimadas com uma duração de 40 horas, que é o mesmo prazo para se tirar o brevê de PP (Piloto Privado) e de PPH (Piloto Privado de Helicóptero).

Já as aulas teóricas, as estimativas são também de 40 horas. As aulas teóricas são fundamentais para que o futuro piloto possa se familiarizar com os processos de navegação e com os recursos, ferramentas e potenciais das aeronaves.

Desta forma, a mandatoriedade da retirada do brevê aumenta a segurança de voo. É também fundamental durante o curso prático do brevê simular situações de emergência; em que se deve testar e executar o uso dos paraquedas e o uso dos airbags.

Outra atividade que se deve testar durante o treinamento para brevê é a execução do voo em baixa altitude (2 a 10 metros), em média altitude (50 a 200 metros) e em alta altitude (1000 a 3000 metros).

Estes treinamentos de diferentes altitudes são fundamentais para o controle e a navegação em zonas urbanas. É importante observar que a aplicação e a navegação do sistema de propulsão eletromagnético é bastante eficaz e desejado para serem operados em zonas urbanas de grandes cidades. Uma vez que a utilização de etanol nas aeronaves VTOL é muito útil em cidades para se poder recarregar o tanque em qualquer posto de gasolina em qualquer localização das cidades.

Assim, somente pilotos treinados e com brevê possuem o direito de pilotar e navegar as aeronaves VTOL do sistema de propulsão eletromagnético projetado e construído pela empresa VBJ Engenharia.

É fundamental lembrar que o modelo de voo vertical e horizontal das aeronaves VTOL da VBJ Engenharia é completamente baseado em empuxo eletromagnético (com baixa vibração, baixo ruído, sem turbulência, sustentável, recarregável, com menor custo de fabricação, menor custo de manutenção, operação mais econômica, mais seguro, e mais fácil de ser pilotado).

O treinamento de Voo para Brevê sempre trabalha junto com um instrutor de voo. Este instrutor de voo, normalmente também é instrutor de voo de PPH (Piloto Privado de Helicóptero), devido às semelhanças baseadas na capacidade de voo VTOL de ambas as aeronaves.







85) Patente

A VBJ Engenharia tem interesse em patentear o Sistema de Propulsão Eletromagnético em 20 países (sendo 10 na Europa, 3 na América, 3 na Ásia, 2 no Oriente Médio e 2 na Oceania). O primeiro passo é depositar o PCT (Patent Convention Treat) e em seguida depositar a patente nos EUA (isto num prazo de dois meses). A partir deste depósito, corre um prazo de 12 meses para checar se há algum projeto similar em outros países. Corrido estes 12 meses, tem-se mais 18 meses para se depositar a patente nos países desejados. Cada país possui um orçamento diferente para depósito, acompanhamento e taxas anuais da patente

Além do depósito da patente, necessita-se a publicação do pedido, o exame técnico, designação dos países (no caso da Europa), deferimento e concessão. A baixo pode-se ver o depósito do PCT, e dos EUA e Brasil.

	Prazos das Ocorrências	PCT - PF	EUA	BRASIL
Depósito/Pedido de Patente	Imediato	R\$5.500,00	USD 5.490,00	R\$ 3.200,00
Publicação do Pedido	18 meses após pedido	-	USD 620,00	-
Exame Técnico *	Até 36 meses do Pedido	-	-	R\$ 850,00
Designação de Países	No momento do pedido no País	-	-	-
Deferimento	Cada País tem um Prazo	-	USD 2.370,00	R\$ 2.190,00
Concessão	60 dias após deferimento	-	USD 1.330,00	R\$ 1.190,00

A posse da patente autoriza a exclusividade industrial e comercial em cada país em que a patente foi depositada e concedida. Nos países sem depósito da patente, o uso comercial e industrial é de domínio público e qualquer empresa pode fazê-lo.

O detentor da patente tem o direito de autorizar outras empresas para industrializarem e/ou comercializarem o objeto da patente através de uma licença de uso comercial e/ou industrial.

FLUXOGRAMA DE PATENTE

Principais etapas do processo



ANUIDADES: a partir do 3º ano da data do depósito

VALIDADE:

Patente de Invenção (PI) - 20 anos / Modelo de Utilidade (MU) - 15 anos



**REQUISITOS DE
PATENTEABILIDADE**

Tipos de Patentes no Brasil

Thales Galuchi, 2018

PATENTE DE INVENÇÃO

Sigla: PI

Requisitos:

- 1- novidade
- 2- atividade inventiva
- 3 – aplicação industrial

MODELO DE UTILIDADE

Sigla: MU

Requisitos:

- 1 – objeto de uso prático com nova forma ou disposição que apresente melhoria funcional no uso ou fabricação
- 2 – ato inventivo
- 3 – aplicação industrial

SobrePatente.com.br



INPI INSTITUTO
NACIONAL DA
PROPRIEDADE
INDUSTRIAL

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº MU 8303019-0

O INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL, concede a presente PATENTE DE MODELO DE UTILIDADE, que outorga ao seu titular a propriedade do modelo de utilidade caracterizado neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: MU 8303019-0

(22) Data do Depósito: 21/11/2003

(43) Data da Publicação do Pedido: 04/10/2005

(51) Classificação Internacional: B65D 1/12

(54) DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA APLICADA EM RECIPIENTE PARA EMBALAGEM

Business & Patent

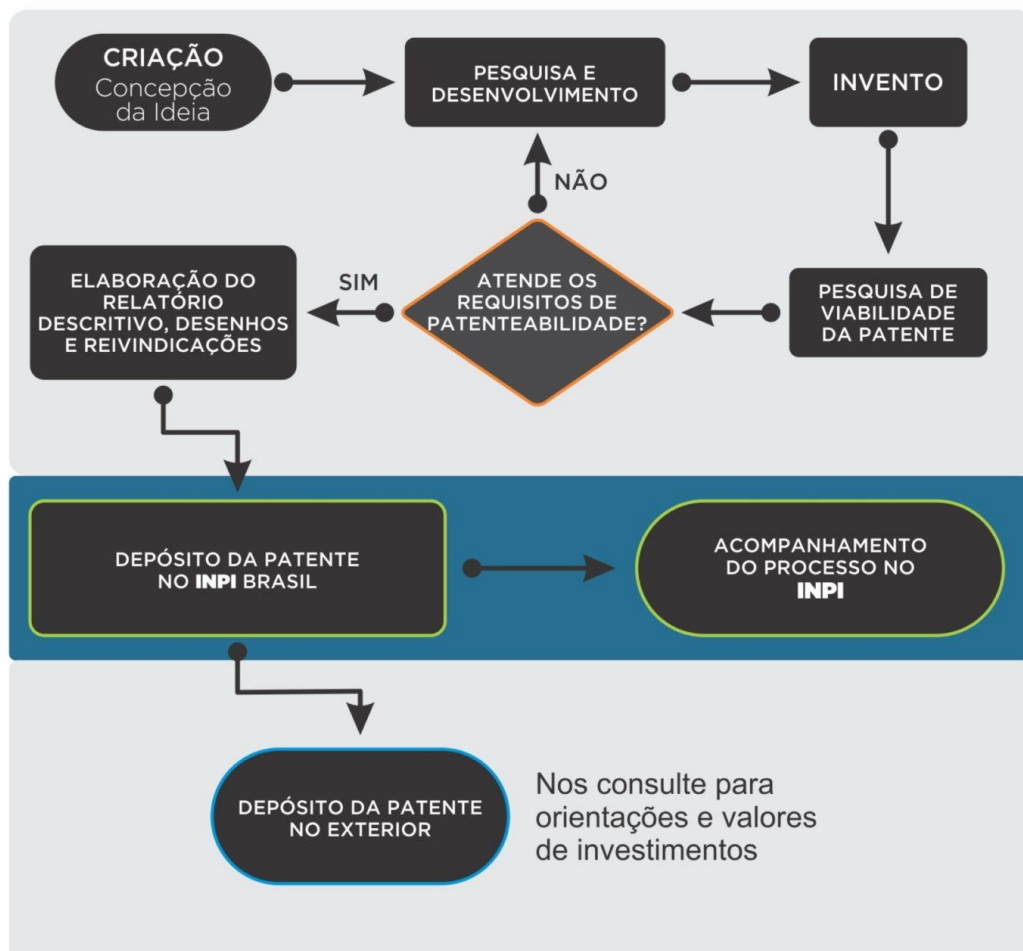
Fone: 11 2715-8636 e 2715-8637
contato@businesspatent.com.br
www.businesspatent.com.br





Registro de Patentes

Fluxograma



Business Plan

**Aeronautical Engineering: VBJ VTOL Systems
(Vertical Take Off and Landing)**

VBJ Engenharia
Aeronautics Research & Development

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

The Business Fundamental

- The Proposal of VBJ Engenharia is to develop and to sale the Electromagnetic Propulsion System Technology License for adapting on VTOL Aircrafts and to adapt the license of our technology for using on automobile, helicopters, bikes, motorcycles and flying car factory.
- We intend do sell One License for each Factory.
- We also intend to sell the Engineer to Order Services (ETO) for each Factory

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Introduction

- **Project Plan**

The VBJ Engenharia develops services for aeronautic engineering including R&D, design, simulation, manufacturing and tests focus on VTOL Aircrafts..

- **Goal of the Plan**

The VBJ Engenharia develops services on aeronautic engineering CAD, CAE, CAM, for the brasilian, north-american, european and asian Market.

- **To who?**

This document was developed for potential investors and business partner who want to act and have intention to work in the aeronautic Market.

- **The Company**

The VBJ Engenharia works with services and Consulting on R&D for Aeronautic Engineering and VTOL Aircrafts.

- **The Size of the Company**

The VBJ Engenharia is a small company focus on R&D Aircraft Laboratory, specialized on VTOL Electromagnetic System.

- **The Company Situation**

The VBJ Engenharia is an R&D small company.

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Strategic Partners

- The fundamental partners of VBJ Engenharia are:
- **CECOMPI** (Cluster of Aeronautical Companies in São José dos Campos);
- **ABIMDE** (Industrial Material Defense of Brazilian Association);
- **ITA** (Technological Institute of Aeronautic)
- **MIT** (Massachussets Institute of Technologic) by the Remote Education Model implemented by the digital portal: (ocw.mit.edu)
- **AEP** (Association of Polithecnical Engineers)

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Technical Specification and Requirements

- The VBJ Engenharia acts with R&D focus on VTOL Aircrafts; you can see:
- Blimps
- Helicopters
- Tandem
- Tilt-rotor
- Militar Aircrafts capable for VTOL
- And the principal action: Eletromagnetic Propulsion VTOL Systems, that is available for adapt any ground vehicle for flying with the same flexibility of the helicopters, but with more safety and lower operation costs

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Future Activities

- To deposit the PCT (Patent Convention Treat)
- To deposit the industrial patents in 20 countries
- To built the **VBJ Electromagnetic Propulsion VTOL Flying System** for exposition on our showroom, and on specialized aircrafts fairs;
- To negotiate the comercial rights of the Intelectual Proprieties with north-american, european, asian and latin american factories.
- To license for the automobiles, helicopters and aircrafts factories.
- Engineer to Order Services (ETO)

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Market Segmentation

- The Engineer Valter Barbosa Junior intends to deposit the industrial patent over the VTOL Electromagnetic Propulsion System in the following countries:
 - EUA, Canadá, Brasil
 - 10 countries in the EU (European Union)
 - Indian, China, Japan
 - Israel, Saudi Arabian
 - New Zealand, Australia

Copyrights and Intellectual Properties belong to VBJ Engenharia

Trends and Changes on the Market

- The Augmentation of services and Aeronautic Design for the factories will grow on the next 10 years.
- Brazilian Market: 2600 helicopters;
- Annual growing: 15% per year; 4% of the world market
- World Market: 50.000 helicopters;
- Sales of 6.000 helicopters by year;

Copyrights and Intellectual Properties belong to VBJ Engenharia

Concurrents

- The Concurrents of VBJ Flying Car are the helicopters factories and the Flying Cars factories, but they don't have concurrents on toys factories, like bikes:
- AgustaWestland
- Bell
- Helibrás
- MD
- Robinson
- Schweizer
- Sikorsky
- Others Flying Car Factories

Copyrights and Intellectual Properties belong to VBJ Engenharia

Advantages

- The Electromagnetic Propulsion System of VBJ Engenharia has the following advantages:
 - Low vibration, low noise, no turbulence
 - More safety than helicopters and drones
 - More economic for manufacturing and maintenance
 - Lower operations costs
 - Rechargeable, sustainable
 - No pollution

Copyrights and Intellectual Properties belong to VBJ Engenharia

Operation Plan

- The first proposal of VBJ Engenharia is to build a Laboratory and a showroom for the VTOL Aircrafts, where the customers can navigate and test the VTOL Electromagnetic Propulsion System on the sales aircrafts.
- The second proposal of our business is to available the royalties license to the factories that want to construct and manufacture the VTOL Aircrafts using our Electromagnetic Propulsion VTOL technology;
- The third proposal is to sale the Electromagnetic Propulsion System on Engineer to Order Services para each factory
- The fundamental of the business is to built a Laboratory where the VBJ Engenharia can manufacture and test the Electromagnetic Propulsion System and sale the license for using the technical solution for any automobile, motorcycle, bike and aircrafts factory.

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Business Risk

- Oil Industry
- Proof of Concept
- Helicopters Industry
- Flying Car Industry
- No aproove of the Industrial Patent
- No aproove on ANAC, on FAA and on EASA

Copyright pertence a VBJ Engenharia de Desenvolvimento de Sistemas Ltda.

Next Steps

- Laboratory for Experimental Aviation and Electromagnetic Propulsion System
- Study Group
- Intension Term for Partnership and Investors
- PCT Deposit
- Patent Deposit on 20 Countries
- Scientific Discussion
- VBJ can adapt any Ground Vehicle for VTOL flying
- License sales
- Engineer to Order Services sales
- Factory for Bus, Truck, SUV, Sport Car, Classical Car, Motorcycle, Nautical Vehicles, Aerospace Shuttles, Bikes and so on

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

Conclusion

- VBJ Engenharia understands that the technology of “***Electromagnetic VTOL Propulsion System***” can improve and make it possible the vertical flying and the ***adaptation for any kind of ground vehicle***.
- The application of the “***Electromagnetic VTOL Propulsion System***” turns the vertical flying more safety and more economic when compared to helicopters and drones flying;
- VBJ understands that these technologies can be ***applied to emergency ground vehicle*** like ambulance, police, fire brigade, army, marine, air force, and space and underwater applications.
- VBJ strongly indicates this technology for applying in new aircrafts.
- The initial goals are to apply for building the Electromagnetic Propulsion System Laboratory.

Copyrights and Intellectual Proprieties belong to VBJ Engenharia

87)Orçamento

Segue a baixo o orçamento do primeiro ano do Laboratório para construção e testes do em-VTOL-JetPack (mochila eletromagnética com capacidade de Decolagem e Pouso na Vertical):

VBJ Engenharia Electromagnetic Propulsion System

Item	unit	observation	Firts Year
Mechanical Engineer	2	Salary	\$60.000,00
Mechanical Engineer	2	Job Taxes	\$60.000,00
Electronical Engineer	2	Salary	\$60.000,00
Eletronical Engineer	2	Job Taxes	\$60.000,00
Computer Engineer	2	Salary	\$60.000,00
Computer Engineer	2	Job Taxes	\$60.000,00
Aeronautic Engineer	2	Salary	\$60.000,00
Aeronautic Engineer	2	Job Taxes	\$60.000,00
Sales Manager	2	Salary	\$60.000,00
Sales Manager	2	Job Taxes	\$60.000,00
General Ledger	1	Salary	\$30.000,00
General Ledger	1	Job Taxes	\$30.000,00
Lawyer Taxes	1	Services	\$150.000,00
R&D Director	1	Salary	\$100.000,00
R&D Director	1	Job Taxes	\$100.000,00
Laboratory	1	10 Regus	\$120.000,00
Show Room	1	5 Regus	\$60.000,00
Oshkosh	5	fair exposion	\$50.000,00
Sun&Fun	5	fair exposion	\$50.000,00
Fairborgh	3	fair exposion	\$50.000,00
LeBurget	2	fair exposion	\$0,00
EAD	5	brasilian fair	\$20.000,00
Labace	5	brasilian fair	\$30.000,00
Feira do Automóvel	5	Brasil	\$20.000,00
CREO	1	CAD SW	\$15.000,00
Ansys	1	CAE SW	\$20.000,00
Ansys	1	Electromagentic SW	\$20.000,00
CREO	1	CAM	\$15.000,00
Matlab	1	Matlab	\$1.000,00
Notebooks	10	Windows	\$5.000,00

Server and Backup	2	Windows	\$4.000,00
Printer	1	Laser e Scanner	\$500,00
Stator Building	10	Polyethylene	\$10.000,00
Stator Bobine	2000	Aluminium	\$20.000,00
Translator Bobine	2240	Aluminium	\$20.000,00
Beam	2240	Steel	\$10.000,00
Solder	8960	Aluminium and Steel	\$20.000,00
Solder	8960	Aluminium and Aluminium	\$20.000,00
PCT	1	Patent Convention Treat	\$3.000,00
Patent	20	20 Countries	\$100.000,00
Family Safety	20	20 Persons	\$750.000,00

Total Costs			\$2.443.500,00
--------------------	--	--	-----------------------

License for 1 factory for first year	1	one Factory first year	\$5.000.000,00
License for 5 factories for second year	5	five Factories second year	\$0,00
License for 10 factories for third year	10	10 Factories third year	\$0,00
License for 20 factories for forth year	20	20 Factories forth year	\$0,00
License for 50 factories for fifth year	50	50 Factoreis fifth year	\$0,00

Total Revenue	per year	\$5.000.000,00
----------------------	-----------------	-----------------------

Taxes for 1 license	1	License Tax 6%	\$1.525.000,00
Taxes for 5 licenses	5	License Tax 6%	\$0,00
Taxes for 10 licenses	10	License Tax 6%	\$0,00
Taxes for 20 licenses	20	License Tax 6%	\$0,00
Taxes for 50 licenses	50	License Tax 6%	\$0,00

Total Taxes			\$1.525.000,00
--------------------	--	--	-----------------------

Profit Participation	6	6%	\$61.890,00
Individual Profit Participation	1	0,50%	\$5.157,50
Total Profit			\$1.031.500,00
Liquid Profit			\$969.610,00

88) Impostos

Segue a baixo os impostos previstos da operação:

SISTEMAS - ATIVIDADES IMPEDIDAS, PERMITIDAS E SEUS ANEXOS

Tributação

ANEXO V Alíquotas e Partilha do Simples Nacional - Receitas decorrentes da prestação de serviços relacionadas no § 5º-I do art. 18 da Lei Complementar nº 123 de 14/12/2006.

Vigência da Tributação

A partir de 01/01/2018

Tributação detalhes

Receita Bruta em 12 Meses (em R\$) Alíquota Valor a Deduzir (em R\$)

- 1ª Faixa Até 180.000,00 15,50% –
- 2ª Faixa De 180.000,01 a 360.000,00 18,00% 4.500,00
- 3ª Faixa De 360.000,01 a 720.000,00 19,50% 9.900,00
- 4ª Faixa De 720.000,01 a 1.800.000,00 20,50% 17.100,00
- 5ª Faixa De 1.800.000,01 a 3.600.000,00 23,00% 62.100,00
- 6ª Faixa De 3.600.000,01 a 4.800.000,00 30,50% 540.000,00

Faixas

Percentual de Repartição dos Tributos

IRPJ CSLL Cofins PIS/Pasep CPP ISS

- 1ª Faixa 25,00% 15,00% 14,10% 3,05% 28,85% 14,00%
- 2ª Faixa 23,00% 15,00% 14,10% 3,05% 27,85% 17,00%
- 3ª Faixa 24,00% 15,00% 14,92% 3,23% 23,85% 19,00%
- 4ª Faixa 21,00% 15,00% 15,74% 3,41% 23,85% 21,00%
- 5ª Faixa 23,00% 12,50% 14,10% 3,05% 23,85% 23,50%
- 6ª Faixa 35,00% 15,50% 16,44% 3,56% 29,50% –

Tributação observação

A partir de 01/01/2018, se a razão entre a folha de salários e a receita bruta for igual ou superior a 28%, esta atividade de prestação de serviço

será tributada na forma do Anexo III da Lei Complementar Nº 123 DE 14/12/2006.

A partir de 01/01/2018, se a razão entre a folha de salários e a receita bruta for inferior a 28%, esta atividade de prestação de serviço será tributada na forma do Anexo V da Lei Complementar Nº 123 DE 14/12/2006.

CNAE Sub-classe

7210-0/00 PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL EM
CIÊNCIAS FÍSICAS E NATURAIS

89) Vídeio

O controle de imagens ao redor dos JetPacks ou das Aeronaves VTOL permitem um voo com maior segurança. As imagens que podem ser capturadas em volta das aeronaves são capazes de gerar uma maior segurança em voo, incluindo imagens frontais, imagens laterais e imagens em retaguarda.

Estas imagens de vídeo em voo geram uma grande complementariedade com relação a outros sensores de proximidade. Além disso a aplicação para capturar imagens em voo é bastante útil, hoje sendo muito utilizadas em voo de drones, mas que também podem ser utilizadas para voo de aeronaves de propulsão eletromagnética.

Ou seja, a aquisição de imagens pode ser utilizada para segurança de voo das aeronaves, mas também podem ser utilizadas para outros fins necessários de levantamento de imagens desejadas.

Ou seja, imagens de vídeos capturadas por voo de aeronaves drones ou aeronaves VTOL são muito úteis e podem ter uma infinidade de aplicações desde aplicações técnicas de todos os tipos até aplicações de segurança.

Imagens capturadas de vídeo por aeronaves VTOL tem o potencial de colaborar para uma enorme quantidade de aplicações, incluindo controle de pragas nas lavouras, controle de cabos elétricos e torres de eletricidade, controle de afluentes de rios e represas, controle de gado, controle de aves, controle de zonas urbanas, controle de incêndios, controle de acidentes terrestres, controle de veículos de emergência; enfim, uma enormidade de aplicações.











dreamstime.



90) M&A (Merge and Aquisition)

Nome do Projeto: Mochila Eletromagnética com capacidade de Decolagem e Pouso na Vertical (em-VTOL-JetPack)

Sumário do Projeto:

- (1) Construção de laboratório e venda de licenças para produção e comercialização de aeronaves
- (2) Construção de fábrica, produção própria e venda direta de aeronaves
- (3) Aquisição de aeronaves e prestação de serviço de uso das aeronaves

Breve Descrição do Problema: Atualmente a mobilidade urbana encontra-se em um estado caótico, principalmente nos grandes centros e cidades. Este estado, além de caótico, interfere severamente na atuação profissional de agentes de emergência tais como, ambulâncias, paramédicos, bombeiros, policiais e militares. A população civil, enfrenta este caos diariamente. Perdas com tempo e dinheiro, atrasos nos deslocamentos, filas, violência, prejuízos decorrentes de acidentes. A população é afetada constantemente por agentes tóxicos oriundos da emissão de gases tais como dióxido de carbono (gerando efeito estufa) e monóxido de carbono, sofrendo transtornos relacionados à saúde. Estes transtornos vêm também sendo agravados pela poluição sonora dos veículos. Precisamos de grandes áreas para estacionamento dos veículos atuais. Nossa malha viária de transporte coletivo, demanda necessidade de compartilhamento destes serviços, paradas e trocas de transporte não permitindo um deslocamento direto de um ponto a outro desejado. Alto custo na manutenção de ruas, avenidas e estradas, bem como na construção de novas aliado aos investimentos necessários em infraestrutura como, terminais de ônibus, metrô e trens são uma problemática das administrações destes grandes centros.

Breve Descrição da Solução: Visando a solução dos problemas da mobilidade urbana, temos a proposta do desenvolvimento de um novo modelo de transporte, baseado na implementação de veículos movidos a energia eletromagnética com a capacidade de decolagem e pousos na vertical. A propulsão eletromagnética em questão, refere-se a um inovador e revolucionário conceito tecnológico que permite o desenvolvimento,

fabricação e uso de veículos altamente eficientes, uma vez que, trata-se de aeronaves com baixa vibração, baixo ruído, sem turbulência, não poluentes (zero emissão), sustentáveis, recarregáveis, baixo custo de manufatura e manutenção. Seu custo de operação é mais econômico. Mais seguro que helicópteros e drones. Mais fácil de pilotar, com a opção de ser autônomo (VANT – veículo aéreo não tripulado) (UAV – Unmanned Air Vehicle). Veículos que podem ser utilizados tanto em grandes centros como em áreas mais remotas, de grande utilidade para profissionais de emergência como, policiais, bombeiros, ambulância forças militares e de ajuda humanitária além é claro da população civil.

O plano de negócios deste projeto, refere-se à três modalidades opcionais:

- (1) Construção de um laboratório para desenvolvimento de veículos VTOL eletromagnéticos para licenciamento, fabricação, comercialização e uso dos mesmos. As licenças (anuais por fábrica) serão vendidas a terceiros.
- (2) Construção de fábrica para manufatura e venda direta das aeronaves.
- (3) Prestação de serviços na utilização das aeronaves pertencentes ao grupo, tais como, locação, leasing, uso de aplicativos (Uber) e uso de veículos compartilhados.

Recursos e Componentes necessários para Montagem do Laboratório: um Motor Lycoming io-540 (320 Hp), um ímã de neodímio ferro boro (0,7 T), uma bateria 12 V 400 Ah, um retificador elétrico, 12 propulsores montados (8 para voo vertical e 2 para voo horizontal frontal e 2 para voo horizontal em retaguarda) com estrutura de polietileno, fio de aço inox revestido e fio de alumínio esmaltado. 2 paraquedas (um principal e outro reserva), 4 airbags, terminais conectores elétricos para junção de aço inox com alumínio, bússola digital, tubo de pitot para medição de velocidade horizontal e altitude, 3 sistemas de controle PID (Proporcional Integral e Derivativo), 3 sistemas de subtração com amplificadores operacionais e 3 sistemas completos de malha fechada para velocidade horizontal, altitude e guinada, estrutura construída com polietileno e fibra de carbono (material composto), 200 litros de álcool etanol (o etanol utilizado é o mesmo dos veículos automotivos), um guindaste ou ponte rolante para execução de

voos de teste. Necessita-se também para o Laboratório de computadores, do Software de CAD/CAM Catia, do Software de CAE Eletromagnético da ESSS, do Software de CAE Estrutural Nastran; bancada para montagem dos propulsores com jogo básico de ferramentas, impressora 3D, osciloscópio digital para montagem dos circuitos eletrônicos e de controle PID (Proporcional Integral e Derivativo), espaço físico de 100 metros quadrados para montagem da estrutura do JetPack; em relação ao etanol com 200 litros de combustível o sistema JetPack tem uma autonomia prevista de 2 horas de voo (incluindo voo VTOL e voo horizontal). O etanol é responsável por criar o movimento dinâmico de rotação do motor Lycoming io-540 (320 Hp) operando a 27.000 rpm. Esta rotação cria o movimento de um ímã de Neodímio Ferro Boro, criando um fluxo magnético variável, que em seguida gera uma voltagem senoidal de potência elétrica. Este sinal de voltagem elétrica variável é então retificado e alimenta uma bateria. A saída do sinal retificado/bateria alimenta os propulsores eletromagnéticos através de uma voltagem constante. A operação trabalha com 2000 Amperes de corrente elétrica contínua em cada propulsor. O sistema prevê um peso máximo de decolagem de 800 kg sendo que a previsão é de ser capaz de carregar 2 pessoas (um piloto e um passageiro).

Mão de Obra necessária para Montagem do Laboratório: 2 técnicos mecânicos, 2 técnicos eletrônicos, 2 técnicos de manutenção de aeronaves, 1 engenheiro mecânico, 1 engenheiro eletrônico de controle, 1 engenheiro aeronáutico, 1 diretor de Pesquisa & Desenvolvimento.

91) ANTT (Agência Nacional de Transporte Terrestre)

Este capítulo é baseado nos textos do Wikipedia:

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) é uma autarquia federal brasileira responsável pela regulação das atividades de exploração da infraestrutura ferroviária e rodoviária federal e de prestação de serviços de transporte terrestre, conforme o artigo 1º do decreto ^{[1][2]} que regulamenta suas atividades. Atua também no modal dutoviário, como será visto mais adiante. Segundo o artigo 21 de sua Lei de criação ^{[3][4]}, trata-se de uma entidade integrante da Administração Federal indireta, vinculada ao Ministério da Infraestrutura e submetida ao regime autárquico especial, caracterizado pela independência administrativa, autonomia financeira e funcional e mandato fixo de seus dirigentes.

A ANTT foi criada durante o governo do então Presidente Fernando Henrique Cardoso, por meio da mencionada Lei^[4], que dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT), e dá outras providências. A ANTT absorveu, dentre outras, as competências relativas às concessões de rodovias federais outorgadas pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e às concessões ferroviárias decorrentes do processo de desestatização das malhas da também extinta Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA). Por outro lado, as rodovias federais não concedidas ficaram a cargo do DNIT e as linhas ferroviárias suburbanas que ainda não passaram por um processo de estadualização/municipalização, seguem sob a responsabilidade da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), com exceção dos trens da região metropolitana de Porto Alegre, que seguem com a Trensurb, ambas empresas vinculadas ao Ministério das Cidades.

Constituem a esfera de atuação da ANTT, conforme o artigo 22 da Lei 10.233/01:

1. o transporte ferroviário de passageiros e cargas ao longo do Sistema Nacional de Viação;
2. a exploração da infraestrutura ferroviária e o arrendamento dos ativos operacionais correspondentes;
3. o transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros;
4. o transporte rodoviário de cargas;
5. a exploração da infraestrutura rodoviária federal;
6. o transporte multimodal;
7. o transporte de cargas especiais e perigosas em rodovias e ferrovias.

São objetivos da Agência Nacional de Transportes Terrestres, conforme artigo 20 da Lei 10.233/01:

1. implementar, em sua respectiva esfera de atuação, as políticas formuladas pelo CONIT e pelo Ministério dos Transportes, segundo os princípios e diretrizes estabelecidos na mencionada Lei;
2. regular ou supervisionar, em suas respectivas esfera e atribuições, as atividades de prestação de serviços e de exploração da infraestrutura de transportes, exercidas por terceiros, com vistas a:
 - garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas;
 - harmonizar, preservado o interesse público, os objetivos dos usuários, das empresas concessionárias, permissionárias, autorizadas e arrendatárias, e de entidades delegadas, arbitrando conflitos de interesses e impedindo situações que configurem competição imperfeita ou infração da ordem econômica.

Atribuições gerais:

Conforme o artigo 24 da Lei 10.233/01, são atribuições gerais da ANTT:

1. promover pesquisas e estudos específicos de tráfego e de demanda de serviços de transporte;

2. promover estudos aplicados às definições de tarifas, preços e fretes, em confronto com os custos e os benefícios econômicos transferidos aos usuários pelos investimentos realizados;
3. propor ao Ministério dos Transportes os planos de outorgas, instruídos por estudos específicos de viabilidade técnica e econômica, para exploração da infraestrutura e a prestação de serviços de transporte terrestre;
4. elaborar e editar normas e regulamentos relativos à exploração de vias e terminais, garantindo isonomia no seu acesso e uso, bem como à prestação de serviços de transporte, mantendo os itinerários outorgados e fomentando a competição;
5. editar atos de outorga e de extinção de direito de exploração de infraestrutura e de prestação de serviços de transporte terrestre, celebrando e gerindo os respectivos contratos e demais instrumentos administrativos;
6. reunir, sob sua administração, os instrumentos de outorga para exploração de infraestrutura e prestação de serviços de transporte terrestre já celebrados antes da vigência da mencionada lei de criação da agência, resguardando os direitos das partes e o equilíbrio econômico-financeiro dos respectivos contratos;
7. proceder à revisão e ao reajuste de tarifas dos serviços prestados, segundo as disposições contratuais, após prévia comunicação ao Ministério da Fazenda;
8. fiscalizar a prestação dos serviços e a manutenção dos bens arrendados, cumprindo e fazendo cumprir as cláusulas e condições avençadas nas outorgas e aplicando penalidades pelo seu descumprimento;
9. autorizar projetos e investimentos no âmbito das outorgas estabelecidas, encaminhando ao Ministro de Estado dos Transportes, se for o caso, propostas de declaração de utilidade pública;
10. adotar procedimentos para a incorporação ou desincorporação de bens, no âmbito dos arrendamentos contratados;
11. promover estudos sobre a logística do transporte intermodal, ao longo de eixos ou fluxos de produção;
12. habilitar o Operador do Transporte Multimodal, em articulação com as demais agências reguladoras de transportes;
13. promover levantamentos e organizar cadastro relativos ao sistema de dutovias do Brasil e às empresas proprietárias de equipamentos e instalações de transporte dutoviário;

14. estabelecer padrões e normas técnicas complementares relativos às operações de transporte terrestre de cargas especiais e perigosas;
15. elaborar o seu orçamento e proceder à respectiva execução financeira;
16. representar o Brasil junto aos organismos internacionais e em convenções, acordos e tratados na sua área de competência, observadas as diretrizes do Ministro de Estado dos Transportes e as atribuições específicas dos demais órgãos federais;
17. exercer, diretamente ou mediante convênio, as competências expressas no inciso VIII do art. 21 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro, nas rodovias federais por ela administradas.

PRINCÍPIOS:

A atuação da ANTT (bem como a atuação da ANTAQ) deve ser regida pelos princípios estabelecidos no artigo 11 da Lei 10.233/01, os quais correspondem à lista a seguir:

1. preservar o interesse nacional e promover o desenvolvimento econômico e social;
2. assegurar a unidade nacional e a integração regional;
3. proteger os interesses dos usuários quanto à qualidade e oferta de serviços de transporte e dos consumidores finais quanto à incidência dos fretes nos preços dos produtos transportados;
4. assegurar, sempre que possível, que os usuários paguem pelos custos dos serviços prestados em regime de eficiência;
5. compatibilizar os transportes com a preservação do meio ambiente, reduzindo os níveis de poluição sonora e de contaminação atmosférica, do solo e dos recursos hídricos;
6. promover a conservação de energia, por meio da redução do consumo de combustíveis automotivos;
7. reduzir os danos sociais e econômicos decorrentes dos congestionamentos de tráfego;
8. assegurar aos usuários liberdade de escolha da forma de locomoção e dos meios de transporte mais adequados às suas necessidades;
9. estabelecer prioridade para o deslocamento de pedestres e o transporte coletivo de passageiros, em sua superposição com o transporte individual, particularmente nos centros urbanos;

- 10.promover a integração física e operacional do Sistema Nacional de Viação com os sistemas viários dos países limítrofes;
- 11.ampliar a competitividade do País no mercado internacional; e
- 12.estimular a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias aplicáveis ao setor de transportes.

Em síntese, são áreas de atuação da ANTT^[12], as seguintes:

Transporte Ferroviário:

- exploração da infraestrutura ferroviária;
- prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas;
- prestação do serviço público de transporte ferroviário de passageiros.

Transporte Rodoviário:

- Exploração da infraestrutura rodoviária;
- Prestação do serviço público de transporte rodoviário de passageiros;
- Prestação do serviço de transporte rodoviário de cargas.

Transporte Dutoviário:

- cadastro de dutovias.

Transporte Multimodal:

- habilitação do Operador de Transportes Multimodal.

Terminais e Vias:

- exploração.

92) ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil)

Este capítulo é baseado nos textos do Wikipedia:

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é uma agência reguladora federal cuja responsabilidade é normatizar e supervisionar a atividade de aviação civil no Brasil ^[1], tanto no que toca seus aspectos econômicos quanto no que diz respeito à segurança técnica do setor.

A substituição de órgãos diretamente ligados ao governo por uma autarquia, em 2005, visou a uma administração mais autônoma e técnica da aviação civil nacional, buscada por meio de descentralização administrativa e menor influência política direta. Muitos especialistas defenderam a medida argumentando que ela influenciaria positivamente o setor atraindo investimentos, dada a criação de um ambiente econômico propício devido à criação e manutenção de regras novas e estáveis. ^[2]

Em 2017 a ANAC autorizou as operadoras aéreas a cobrarem pelo transporte das bagagens dos passageiros sob a promessa de que tal medida reduziria os preços das passagens. Entretanto, no período imediatamente posterior a liberação da cobrança, entre junho e setembro de 2017, os preços foram majorados em 35,9%, segundo dados da FGV. De acordo com levantamento do IBGE, entretanto, a elevação foi mais moderada, de 16,9%.

A principal atribuição da Agência consiste na regulação das atividades de aviação civil, o que inclui, por exemplo, a manutenção da segurança de voo, a normatização e supervisão da infra-estrutura aeroportuária, a qualificação e certificação de pessoas, a certificação e validação de novas aeronaves, a monitoração, normatização administrativa e fiscalização das relações econômicas de consumo no âmbito da aviação civil.

Existem duas atividades que fazem parte do escopo da aviação civil mas não são atribuições da ANAC: A gestão do tráfego aéreo, realizada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea); e a investigação de acidentes, cuja responsabilidade é do Centro de Investigação e

Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa). Ambas atividades continuaram sendo realizadas por órgãos que são parte do Comando da Aeronáutica, subordinados ao Ministério da Defesa.

As atividades finalísticas da ANAC se dividem em dois grandes campos: a Regulação econômica e a regulação técnica.

Entre as atividades relacionadas com a regulação econômica tem-se a concessão da exploração de rotas e de infra-estrutura aeroportuária (*slots* nos aeroportos, por exemplo), o estabelecimento de acordos bilaterais com outros países, a fiscalização dos serviços aéreos e das concessões outorgadas, e - em conjunto com o Conselho Administrativo de Defesa Econômica, a coibição de práticas de concorrência abusiva.

No âmbito técnico, a Agência é responsável por assegurar que o transporte aéreo seja realizado dentro de padrões mínimos de segurança da aviação civil.

Em Língua portuguesa e no contexto da aviação, a palavra "segurança" engloba dois aspectos que são separados na terminologia inglesa: a segurança de voo, designada pela palavra "*safety*", e a proteção contra atos ilícitos.

No escopo da segurança de voo (*safety*), a OACI preconiza que sejam reguladas cinco grandes áreas. No Brasil, a ANAC é responsável por quatro^[4] grandes áreas:

- Aeronavegabilidade: Abrange regular as atividades de certificação de aeronaves, bem como a normatização e fiscalização dos padrões de manutenção de aeronaves e a gestão do Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).
- Certificação de pessoal: Visa estabelecer os padrões mínimos para a formação e qualificação do pessoal da aviação civil, a normatização relativa ao funcionamento de escolas de aviação, aeroclubes e centros de treinamento de aviação, bem como das perícias e habilidades necessárias para o desenvolvimento das prerrogativas profissionais aplicáveis. A emissão de licenças e habilitações para pilotos, comissários

de voo, mecânicos de manutenção aeronáutica, etc. são as principais saídas do processo. A regulação também inclui requisitos de saúde física e mental dos profissionais de aviação, bem como do nível de proficiência em inglês dos pilotos.

- Operações de Voo: A atividade engloba tanto a certificação e fiscalização de empresa de transporte aéreo regular (empresas aéreas nacionais e internacionais que vendem passagens com data e hora pré-definidas) e não-regular (táxi aéreo e voos fretados) quanto a autorização e fiscalização de operadores agrícolas e de operações mais específicas, como as operações experimentais, as competições e shows aéreos e operações com carga externa, além da certificação e fiscalização de operações aéreas executadas por órgãos civis de segurança pública, como por exemplo da Polícia Federal, Polícias Civis Estaduais, IBAMA, Receita Federal, etc.
- Aeródromos: Regular os aeródromos inclui atividades como supervisionar suas condições de pista e pátio, bem como o trabalho das pessoas físicas e jurídicas que administram efetivamente as pistas de pouso, os aeroportos privados, os aeroportos públicos, os helipontos e os heliportos. No caso específico dos grandes aeroportos, como o de Guarulhos ou o Galeão, uma das atividades da ANAC é supervisionar o trabalho da Infraero ou concessionárias, bem como as condições de operação das empresas aéreas e empresas de suporte as operações que ali operam.

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é uma agência reguladora federal. O órgão tem o status legal de autarquia especial, vinculada ao Ministério da Infraestrutura^[13], o que significa que, legalmente, o órgão possui mais autonomia administrativa e financeira do que um órgão diretamente ligado à administração direta do governo federal. Uma de suas prerrogativas é a de se normatizar internamente, estabelecendo seu próprio organograma de forma autônoma.

A Agência Nacional de Aviação Civil se organiza a partir de uma Diretoria Colegiada com quatro Diretores e um Diretor-Presidente. Seus membros são indicados pelo Presidente da República, e submetidos a sabatinas pelo Senado Nacional. Se a indicação for aceita pelo Senado, passam a exercer um mandato normalmente de cinco anos. Ligados as Diretorias, existem assessorias e superintendências.

Existem superintendências que realizam as atividades-meio essenciais ao funcionamento da agência, como gestão de pessoal, de licitações e de contratos com empresas terceirizadas.

As superintendências que efetivamente desempenham a atividade de regulação são aquelas relacionadas às áreas-fim da agência. No passado, cada superintendência de área finalística (aeronavegabilidade; operações aéreas e certificação de pessoas; infraestrutura aeroportuária; serviços aéreos e regulação econômica) estava diretamente ligada a uma diretoria. Atualmente, todas as superintendências estão subordinadas a diretoria-colegiada como um todo.^[14]

A ANAC é composta pelas seguintes superintendências^[14]:

- Áreas Finalísticas:
 - Superintendência de Ação Fiscal (SFI)
 - Superintendência de Padrões Operacionais (SPO)
 - Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária (SIA)
 - Superintendência de Aeronavegabilidade (SAR)
 - Superintendência de Acompanhamento de Serviços Aéreos (SAS)
 - Superintendência de Regulação Econômica de Aeroportos (SRA)
- Áreas de Suporte:
 - Superintendência de Planejamento Institucional (SPI)
 - Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)
 - Superintendência de Gestão de Pessoas (SGP)
 - Superintendência de Administração e Finanças (SAF)

Em termos de estrutura física, a ANAC possui unidades em diversas localidades do território nacional.^[15] A sede está localizada em Brasília. Além da sede, a ANAC conta com 3 grandes representações regionais no Rio de Janeiro, em São Paulo e em São José dos Campos.

A sede e as representações regionais possuem servidores responsáveis por processos de normatização, de certificação de empresas e de pessoas, de planejamento e suporte, de julgamento de multas e autos de infração e de representação perante

outros órgãos relacionados a aviação civil, em âmbito nacional e internacional.

Existem também os Núcleos Regionais de Aviação Civil (NURACs), com servidores que atuam tanto na prestação de serviços a aeronautas e proprietários de aeronaves quanto na realização de atividades de fiscalização e auditoria em empresas de transporte aéreo, concessionárias de aeroportos, empresas de manutenção de aeronaves e demais empresas de serviços relacionados a aviação civil.

Os NURACs estão localizados em Belo Horizonte (Pampulha e Confins), Campinas, Cuiabá, Curitiba (Afonso Pena e Bacacheri), Fortaleza, Guarulhos, Manaus, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro (Galeão e Santos Dumont), São Paulo (Congonhas) e Salvador.

93) Website

O website da empresa VBJ Engenharia é www.vbjengenharia.com.br e neste website é possível visualizar a Apresentação do Projeto, o Business Plan, meu Currículo Profissional, Vídeos, Tecnologia e Vantagens do Projeto, além do contato com Fale Conosco.

É possível também visualizar os cursos on-line desenvolvidos pelo engenheiro Valter Barbosa Junior no website: www.vbjengenharia.com.br/ead

94)Tamanho do Mercado

Tamanho do Mercado para VTOL Flying Car

	país	percentual	Quantidade de Aeronaves	Mercado Potencial	Preço Estimado individual	Valor de Mercado	Valor de Mercado 10 anos
Flying Car	Brasil	1%	53000000	530000	\$20.000,00	\$10.600.000.000,00	\$106.000.000.000,00
	EUA	1%	263000000	2630000	\$20.000,00	\$52.600.000.000,00	\$526.000.000.000,00
	Europa	1%	30000000	300000	\$20.000,00	\$6.000.000.000,00	\$60.000.000.000,00
	Mundo	1%	1200000000	12000000	\$20.000,00	\$240.000.000.000,00	\$2.400.000.000.000,00
Flying Motorcycle	Brasil	1%	13000000	130000	\$10.000,00	\$1.300.000.000,00	\$13.000.000.000,00
	EUA	1%	15900000	159000	\$10.000,00	\$1.590.000.000,00	\$15.900.000.000,00
	Europa	1%	2500000	25000	\$10.000,00	\$250.000.000,00	\$2.500.000.000,00
	Mundo	1%	83900000	839000	\$10.000,00	\$8.390.000.000,00	\$83.900.000.000,00
Helicopter	Brasil	10%	2000	200	\$300.000,00	\$60.000.000,00	\$600.000.000,00
	EUA	10%	5000	500	\$300.000,00	\$150.000.000,00	\$1.500.000.000,00
	Europa	10%	641	64	\$300.000,00	\$19.200.000,00	\$192.000.000,00
	Mundo	10%	50000	5000	\$300.000,00	\$1.500.000.000,00	\$15.000.000.000,00
Bike	Brasil	1%	70000000	700000	\$10.000,00	\$7.000.000.000,00	\$70.000.000.000,00
	EUA	1%	100000000	1000000	\$10.000,00	\$10.000.000.000,00	\$100.000.000.000,00
	Europa	1%	30000000	300000	\$10.000,00	\$3.000.000.000,00	\$30.000.000.000,00
	Mundo	1%	300000000	3000000	\$10.000,00	\$30.000.000.000,00	\$300.000.000.000,00

95) Algoritmo Matlab

Este é o algoritmo escrito em Matlab sobre o processo de simulação do cálculo do empuxo vertical da aeronave de propulsão eletromagnética:

```
function [ F ] = ForcaEletromagneticaPequena()
%Força Eletromagnética para prova de conceito

mizero = 4*pi*1e-7; % permeabilidade magnética do vácuo
miraco = 500; % permeabilidade magnética relativa do aço
miralu = 1; % permeabilidade magnética relativa do alumínio
Nb = 54; % número de voltas da bobina de alumínio
Ib = 5; % corrente elétrica na bobina de alumínio
Np = 2; % número de voltas da bobina quadrada do aço
Ip = 5; % corrente elétrica da bobina quadrada do aço

Faco = mizero*miraco*Nb*Ib*Np*Ip; % força sobre o aço
Falu = mizero*miralu*Nb*Ib*Np/2*Ip; % força sobre o alumínio
F = Faco - 2*Falu; % força resultante

end

function [ F, B, Btotal, Ntotal, PesoMaximo, Ptotal ] =
ForcaEletromagnetica()
% Cálculo da Força Eletromagnética

Nb1 = 100; % número de voltas da primeira bobina
Nb2 = 100; % número de voltas da segunda bobina
diametrodocabo = 0.0023; % diâmetro do cabo de alumínio revestido
AWG 11 maximo de 12A
comprimentodabobina1 = diametrodocabo*Nb1; % comprimento da bobina 1
comprimentodabobina2 = diametrodocabo*Nb2; % comprimento da bobina 2
Rb1 = 0.15-0.0023; % raio da bobina 1
Rb2 = 0.15-0.0023; % raio da bobina 2
R = Rb1; % raio na vertical
mizero = 4*pi*1e-7; % permeabilidade magnética do vácuo
miraluminio = 1; % permeabilidade magnética relativa do alumínio
miraco = 500; % permeabilidade magnética relativa do aço
Ib1 = 5; % corrente elétrica na bobina 1
Ib2 = 5; % corrente elétrica na bobina 2
B1 = mizero*Nb1*Ib1/(2*Rb1); % campo magnético da bobina 1
B2 = mizero*Nb2*Ib2/(2*Rb2); % campo magnético da bobina 2
B = B1 + B2; % campo magnético no vão das duas bobinas
lb2 = 2*Rb1; % comprimento do diâmetro das duas bobinas
espessura = 8*diametrodocabo; % espessura do vão das bobinas
largura = 28*diametrodocabo; % largura do vão
```

```

Nesq = largura*espessura/(2*(diametrodocabo^2)); % número de voltas do
aço da esquerda
Ndir = largura*espessura/(2*(diametrodocabo^2)); % número de voltas do
aço da direita
Ntotal = Nesq + Ndir; % número total de voltas do aço
Imeio = 5; % corrente elétrica da propulsão do meio
Btotal = B*miraco;
Fmeio = Imeio*lb2*Ntotal*Btotal; % força eletromagnética no meio (aço)
Flateral = Imeio*lb2*Nesq*B; % força eletromagnética lateral
(alumínio)
F = Fmeio - 2*Flateral; % força resultante (aço menos alumínio)
g = 9.8; % aceleração da gravidade
PesoMaximo = F/g; % peso maximo em quilogramas
Pb1 = 2*pi*Rb1*Nb1*pi*(diametrodocabo/2)^2*2700; % peso do alumínio da
bobina 1
Pb2 = Pb1; % peso do alumínio da bobina 2
Paco = 2*R*Ntotal*pi*((diametrodocabo/2)^2)*7800; % peso do aço
Pal = 2*2*R*(Ntotal/2)*pi*((diametrodocabo/2)^2)*2700 +
4*comprimentodabobinal*pi*((diametrodocabo/2)^2)*2700;
% peso do alumínio
espessuradoplastico = 0.005;
densidadedoplastico = 960;
PesoPlastico =
2*pi*R*espessuradoplastico*comprimentodabobinal*2*densidadedoplastico+
pi*R^2*espessuradoplastico*2*densidadedoplastico;
%peso do plastico
Pdisco = (pi*R^2-0.0644*2*R)*0.0184*densidadedoplastico; % peso do
disco
Ptotal = Pb1 + Pb2 + Paco + Pal + PesoPlastico + Pdisco; % peso total
do sistema

rhoAluminio = 2.8*1e-8; % resistividade do aluminio
rhoAco = 16*1e-8; % resistividade do Aço
ComprimentodoAluminioBobina = 2*2*pi*Rb1*Nb1; % comprimento da bobina
do aluminio
%ResAluminio =
rhoAluminio*(2*(2*R*(Ntotal/2))+4*comprimentodabobinal*(Ntotal/2))/(pi
*(diametrodocabo/2)^2); % resistência do aluminio
%ResAluminioBobina =
rhoAluminio*ComprimentodoAluminioBobina/(pi*(diametrodocabo/2)^2); %
resistencia aluminio bobina
ComprimentodoAco = 2*R*Ntotal; % comprimento da bobina/estrutura do
aço
%ResAco = rhoAco*(2*R*(Ntotal)/(pi*(diametrodocabo/2)^2)); %
resistência do aço
A = pi*(diametrodocabo/2)^2; % area do cabo
ComprimentodoAluminio =
2*2*R*(Ntotal/2)+4*comprimentodabobinal*(Ntotal/2); %comprimento do
Aluminio
ResAluminioBobina = rhoAluminio*ComprimentodoAluminioBobina/A; %
Resistencia da Bobina de Aluminio
ResAluminio = rhoAluminio*ComprimentodoAluminio/A; % Resistencia do
Alumínio
ResAco = rhoAco*ComprimentodoAco/A; % Resistencia do Aço

Sbobina = pi*R^2; %área da bobina de alumínio
Saluaco = comprimentodabobinal*2*R; %área da estrutura de aluminio/aço
Lbobina = mizero*(Nb1^2)*Sbobina*2*comprimentodabobinal; % indutância
da bobina
Laluaco = mizero*(Ntotal^2)*Saluaco*2*espessura; % indutância da
estrutura de aluminio/aço

```

```

TauAluAco = Laluaco/(ResAco+ResAluminio); % tempo de resposta da
estrutura de alumínio/aço
TauBobina = Lbobina/ResAluminioBobina; % tempo de resposta da bobina

PotenciometroBobina = 0; % potenciometro sobre a bobina de alumínio
PotenciometroAluAco = 0; % potenciometro sobre alumínio / aço
ResistenciadeControleMaximodoAluminio = 4; % resistencia de controle
de corrente maxima
ResistenciadeControleMaximodoAluminioAco = 1;
Vttagem = 24; % vtttagem
Ibobina =
Vttagem/(ResistenciadeControleMaximodoAluminio+PotenciometroBobina+Re
sAluminioBobina) % corrente das bobinas
Ialuaco =
Vttagem/(ResistenciadeControleMaximodoAluminioAco+PotenciometroAluAco
+ResAluminio+ResAco) % corrente da Alumínio / Aço

end

```

```

function [ F, B, Btotal, Ntotal, PesoMaximo, Ptotal ] =
ForcaEletroamagnetica2()
% Cálculo da Força Eletromagnética

Nb1 = 20; % número de voltas da primeira bobina
Nb2 = 20; % número de voltas da segunda bobi24na
diametrodocabo = 0.0023; % diâmetro do cabo de alumínio revestido
AWG 11 maximo de 12A
comprimentodabobina1 = diametrodocabo*Nb1; % comprimento da bobina 1
comprimentodabobina2 = diametrodocabo*Nb2; % comprimento da bobina 2
Rb1 = 0.03; % raio da bobina 1
Rb2 = 0.03; % raio da bobina 2
R = Rb1; % raio na vertical
mizero = 4*pi*1e-7; % permeabilidade magnética do vácuo
miraluminio = 1; % permeabilidade magnética relativa do alumínio
miraco = 500; % permeabilidade magnética relativa do aço
Ib1 = 5; % corrente elétrica na bobina 1
Ib2 = 5; % corrente elétric na bobina 2
B1 = mizero*Nb1*Ib1/(2*Rb1); % campo magnético da bobina 1
B2 = mizero*Nb2*Ib2/(2*Rb2); % campo magnético da bobina 2
B = B1 + B2; % campo magnético no vão das duas bibinas
lb2 = 2*Rb1; % comprimento do diametro das duas bobinas
espessura = 2*diametrodocabo; % espessura do vão das bobinas
largura = 5*diametrodocabo; % largura do vão
Nesq = largura*espessura/(2*(diametrodocabo^2)); % número de voltas do
aço da esquerda
Ndir = largura*espessura/(2*(diametrodocabo^2)); % número de voltas do
aço da direita
Ntotal = Nesq + Ndir; % número total de voltas do aço
Imeio = 5; % corrente elétrica da propulsão do meio
Btotal = B*miraco;
Fmeio = Imeio*lb2*Ntotal*Btotal; % força eletromagnética no meio (aço)
Flateral = Imeio*lb2*Nesq*B; % força eletromagnética lateral
(alumínio)
F = Fmeio - 2*Flateral; % força resultante (aço menos alumínio)
g = 9.8; % aceleração da gravidade
PesoMaximo = F/g; % peso maximo em quilogramas

```

```

Pb1 = 2*pi*Rb1*Nb1*pi*(diametrodocabo/2)^2*2700; % peso do alumínio da bobina 1
Pb2 = Pb1; % peso do alumínio da bobina 2
Paco = 2*R*Ntotal*pi*((diametrodocabo/2)^2)*7800; % peso do aço
Pal = 2*2*R*(Ntotal/2)*pi*((diametrodocabo/2)^2)*2700 +
4*comprimentodabobinal*pi*((diametrodocabo/2)^2)*2700;
% peso do alumínio
espessuradoplastico = 0.005;
densidadedoplastico = 960;
PesoPlastico =
2*pi*R*espessuradoplastico*comprimentodabobinal*2*densidadedoplastico+
pi*R^2*espessuradoplastico*2*densidadedoplastico;
%peso do plastico
Pdisco = (pi*R^2-0.0644*2*R)*0.0184*densidadedoplastico; % peso do disco
Ptotal = Pb1 + Pb2 + Paco + Pal + PesoPlastico + Pdisco; % peso total do sistema

rhoAluminio = 2.8*1e-8; % resistividade do aluminio
rhoAco = 16*1e-8; % resistividade do Aço
ComprimentodoAluminioBobina = 2*2*pi*Rb1*Nb1; % comprimento da bobina do aluminio
%ResAluminio =
rhoAluminio*(2*(2*R*(Ntotal/2))+4*comprimentodabobinal*(Ntotal/2))/(pi*(diametrodocabo/2)^2); % resistência do aluminio
%ResAluminioBobina =
rhoAluminio*ComprimentodoAluminioBobina/(pi*(diametrodocabo/2)^2); % resistencia aluminio bobina
ComprimentodoAco = 2*R*Ntotal; % comprimento da bobina/estrutura do aço
%ResAco = rhoAco*(2*R*(Ntotal)/(pi*(diametrodocabo/2)^2)); % resistência do aço
A = pi*(diametrodocabo/2)^2; % area do cabo
ComprimentodoAluminio =
2*2*R*(Ntotal/2)+4*comprimentodabobinal*(Ntotal/2); %comprimento do Aluminio
ResAluminioBobina = rhoAluminio*ComprimentodoAluminioBobina/A; % Resistencia da Bobina de Aluminio
ResAluminio = rhoAluminio*ComprimentodoAluminio/A; % Resistencia do Alumínio
ResAco = rhoAco*ComprimentodoAco/A; % Resistencia do Aço

Sbobina = pi*R^2; %área da bobina de alumínio
Saluaco = comprimentodabobinal*2*R; %área da estrutura de aluminio/aço
Lbobina = mizero*(Nb1^2)*Sbobina*2*comprimentodabobinal; % indutância da bobina
Laluaco = mizero*(Ntotal^2)*Saluaco*2*espessura; % indutância da estrutura de aluminio/aço
TauAluAco = Laluaco/(ResAco+ResAluminio); % tempo de resposta da estrutura de alumínio/aço
TauBobina = Lbobina/ResAluminioBobina; % tempo de resposta da bobina

PotenciometroBobina = 0; % potenciometro sobre a bobina de alumínio
PotenciometroAluAco = 0; % potenciometro sobre alumínio / aço
ResistenciadeControleMaximodoAluminio = 2; % resistencia de controle de corrente maxima
ResistenciadeControleMaximodoAluminioAco = 2;
Vttagem = 12; % vlttagem
Ibobina =
Vttagem/(ResistenciadeControleMaximodoAluminio+PotenciometroBobina+ResAluminioBobina) % corrente das bobinas

```

```
Ialuaco =  
Vttagem/(ResistenciadeControleMaximodoAluminioAco+PotenciometroAluAco  
+ResAluminio+ResAco) % corrente da Aluminio / Aço  
  
end
```

96) Conclusão

A principal conclusão sobre a utilização de aeronaves VTOL eletromagnéticas se encaixa nas seguintes vantagens:

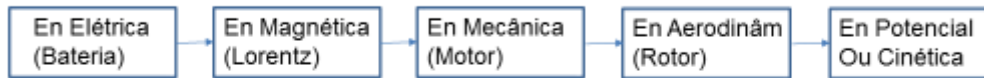
Baixa vibração, baixo ruído, ausência de turbulência, sem efeito estufa, sem poluição, sustentável, recarregável, mais barato para manufatura, mais barato para manutenção, mais econômico para operar, mais seguro e mais fácil de pilotar quando comparado com helicópteros e drones.

Baixa vibração e baixo ruído porque não usa asas rotativas. Ausência de turbulência porque não usa o ar como apoio; sem poluição pois usa baterias elétricas e/ou etanol para realizar empuxo; sustentável e recarregável também devido ao consumo de bateria e/ou etanol; mais barato para manufatura e manutenção porque não usa peças móveis, nem cubo nem rotor principal nem rotor de calda; mais econômico para operar também devido ao uso de baterias; mais seguro porque permite usa paraquedas; e mais fácil de operar porque usa malha fechada para voo frontal, em retaguarda e em guinagem.

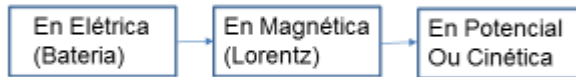
A conclusão final é representada por totais vantagens das aeronaves VTOL eletromagnéticas em relação à outras aeronaves VTOL, tais como helicópteros e drones.

Rendimento Energético

Modelo e-VTOL / Drone:



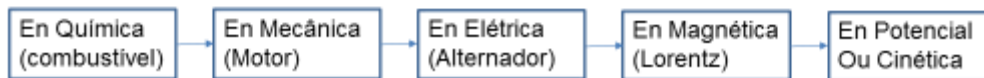
Modelo Propulsão Eletromagnético:



Modelo Helicóptero:



Modelo Propulsão Eletro/Mecânica:



Comparação Técnica entre os Modelos

Modelo e-VTOL / Drone:

Baixa Relação Peso/Potência, Baixa Autonomia, Baixa Segurança

Modelo Propulsão Eletromagnético:

Baixa Relação Peso/Potência, Baixa Autonomia, Alta Segurança

Modelo Helicóptero:

Alta Relação Peso/Potência, Alta Autonomia, Média Segurança

Modelo Propulsão Eletro/Mecânica:

Alta Relação Peso/Potência, Alta Autonomia, Alta Segurança

