



Carros Elétricos e Materiais Aeroespaciais



Marcio Vinicius

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.



Sumario:

Introdução

Carros Elétricos

1. Funcionamento de um Veículo elétrico
2. Tecnologia em baterias de Veículos elétricos
3. Como ocorre o carregamento de Veículos elétricos

Materiais Aeroespaciais

4. Métodos de Fabricação
5. Estruturas Aeroespaciais
6. Cargas e Estresses
7. Seleção de Materiais e Estruturas
8. Design, Certificação, Fadiga e Durabilidade
9. União de Estruturas e Fabricação

Introdução

Neste livro você aprenderá todos os fundamentos de veículos elétricos, entre eles será mostrado o que os torna diferente de veículos tracionais movidos a gasolina, o seu design, diferenças entre vários motores elétricos e conversores eletrônicos de energia em veículos elétricos. Será apresentado também uma introdução das Estruturas e Materiais Aeroespaciais e o funcionamento de seu mecanismo.

Veículos elétricos utilizam propulsão por meio de motores elétricos. Possui como composição um sistema primário de energia, uma ou mais máquinas elétricas e um sistema de acionamento e controle de velocidade ou binário. Por terem um meio de locomoção não poluente não emitem quaisquer gases nocivos para o ambiente, nem emitem ruído considerável, uma vez que motores elétricos são mais silenciosos que motores de combustão interna, por isso os veículos elétricos fazem parte do grupo dos veículos denominados zero emissões.

A engenharia Aeroespacial é o ramo da engenharia que, com base em diversas áreas da física, como a termodinâmica, a mecânica dos fluidos, a eletrônica, a mecânica clássica e outras, lida com o projeto, construção e aplicação de aeronaves, espaçonaves e satélites. Este ramo é por vezes referido como engenharia astronáutica ou engenharia aeronáutica embora, tecnicamente, ambas sejam especializações da engenharia aeroespacial, sendo a primeira dedicada a veículos espaciais e a segunda a veículos de voo atmosférico. A origem da atual engenharia aeroespacial remonta aos tempos dos pioneiros da aviação no início do século XX. O conhecimento que havia inicialmente era prático e muitos conceitos eram "importados" de outros ramos da engenharia. Apesar disto, os pioneiros aeroespaciais tinham preparação teórica em dinâmica de fluidos um ramo essencial que já era conhecido no fim do século anterior. Uma década depois dos voos com sucesso do inventor brasileiro Santos Dumont e dos irmãos Wright (anos 20 do século XX), a engenharia aeronáutica teve um súbito crescimento devido ao desenvolvimento de

aviões militares na Primeira Guerra Mundial. Mais tarde pesquisas que iriam constituir uma base científica fundamental continuaram, numa combinação de física teórica e experiências práticas. Vendo a possibilidade de usar foguetes de longo alcance como suporte de artilharia, a Wehrmacht alemã criou a ABMA, uma equipe de investigação científica com Hermann Oberth na liderança. Foram desenvolvidas armas de longo alcance usadas na Segunda Guerra Mundial pela Alemanha Nazista como a A-séries de foguetes e mais tarde a infame foguete V-2 (inicialmente designada de A4).

Durante a Guerra Fria os EUA e a União Soviética competiram em quase todas as áreas da ciência e tecnologia, e como consequência uma das mais desenvolvidas foi a tecnologia aeronáutica e espacial. As chamadas corridas Corrida armamentista e Corrida espacial impulsionaram os dois países de forma sem precedentes a desenvolver veículos que pudessem realizar missões cada vez mais extremas, como: aviões supersônicos, lançamento de satélites em órbita, lançamento de astronautas ao espaço e mísseis balísticos intercontinentais.

1. *Funcionamento de um Veículo elétrico*

Existe uma grande diferença entre carros elétricos e carros convencionais que muitas pessoas não entendem, em geral, existem duas características fundamentais que carros possuem e que se devem compreender sendo que todo o resto se encaixa. O primeira característica fundamental é o *armazenamento de energia* e a segunda característica fundamental é o *motor* (O motor converte a energia potencial em energia cinética).

Se analisarmos diversos artigos sobre motores a gasolina podemos pensar que existem diversos tipos de motores, porém, essencialmente só existem dois tipos de motores. Esses dois tipos de motores podem ser considerados corretos desde o início da história da humanidade, os dois tipos de motores são:

motor térmico: A queima liberta a energia química potencial num combustível. Este calor produz expansão e este, por sua vez,

provoca um movimento maioritariamente rotativo. Alguns exemplos são "motores a vapor, motores de libra esterlina, motores diesel e motores a gasolina". Para que um motor a gasolina funcione é necessário quatro tempos, no primeiro tempo, a gasolina é injetada numa câmara através da abertura de uma válvula que é então fechada novamente. No segundo tempo, o cilindro move-se para cima e a gasolina é comprimida. No terceiro tempo, a energia no combustível é colhida através da sua ignição, esta é a peça onde se retira a energia da gasolina. A explosão resultante faz baixar o cilindro e isso produz um movimento de rotação. Isto é basicamente comparável a uma bicicleta, onde empurrar o pedal para baixo faz com que a bicicleta avance. No quarto e último tempo, a energia queimada...a gasolina queimada é emitida.

Estes tempos utilizados são basicamente o moderno motor a gasolina e foi inventado há mais de 150 anos, é interessante pensarmos que algo tão engenhoso possuiria tantos problemas. Entre os problemas que ele possui é o motor que requer centenas de peças móveis precisamente trabalhadas. Isso

torna o motor pesado e caro, uma vez que todo o calor e explosões causam muito desgaste, precisa de muita manutenção e mesmo assim desgasta-se muito rapidamente. A maior parte das vezes uma parte do carro que está mais desgastada do que nunca. É importante frisar que o motor térmico também desperdiça muita energia. Teoricamente existiria uma forma de melhorar a eficácia em cerca de 50%, Melhorando a eficácia o motor ficaria mais caro, teria de funcionar a um número quase constante de explosões por minuto, o que é muito difícil de fazer no mundo real. E, finalmente, o motor deve funcionar com uma potência quase máxima.

Em pratico, mesmo melhorando o motor a combustão interna há mais de 150 anos, um carro normal desperdiça mais de 75% da energia que consome como calor. Para a saúde e alterações climáticas, o maior problema são os gases de escape. O primeiro problema é que não são saudáveis, mas o maior problema é que queimar 1 litro de gasolina produz 2,3 quilos de dióxido de carbono. Comparando com o motor eléctrico, Tudo

funciona de forma completamente diferente aonde fundamentalmente todos eles funcionam através da utilização de campos magnéticos.

motor eléctrico: Durante a escola aprendemos que ímãs possuem polos, um polo norte e um polo sul. Se você juntar dois ímanes, verá que os opostos se atraem. Este é todo o mecanismo que estamos a utilizar nos motores eléctricos. Se pegarmos numa bobina de arame e fizermos a eletricidade fluir através dela, o fio recebe o seu próprio campo magnético e pronto "Tornou-se um íman". Se pegarmos dois ímãs colocarmos esta bobina magnética entre eles, um lado da bobina será empurrado para cima e o outro lado será empurrado para baixo, isto faz girar a bobina até ficar vertical.

Neste momento, mudamos rapidamente a polaridade e continuamos e desta forma, é possível criar um movimento rotativo. São numerosas as vantagens do motor eléctrico, os motores eléctricos possuem apenas uma parte móvel, essa parte é conhecida como "rotor", todo o motor pode ser relativamente

leve, compacto e barato e uma vez que os campos magnéticos são muito suaves, um motor eléctrico pode durar essencialmente para sempre, sem qualquer manutenção. A eficiência de tal motor pode estar perto dos 100% e até se pode recuperar energia ao travar. Devido a isto, o carro eléctrico médio é quatro vezes mais eficiente do que o carro convencional médio e se compararmos os carros desportivos, o carro eléctrico é até vinte vezes mais eficiente. Assim, o sobre dimensionamento de um motor eléctrico não reduz materialmente a eficiência e os motores são baratos e leves.

Esta é uma das razões pelas quais, na prática, Os veículos eléctricos podem acelerar muito mais rapidamente. Têm simplesmente motores muito maiores e não há qualquer desvantagem nisso, para a saúde e o clima, a maior vantagem é evidente: "pode funcionar com energia renovável e o próprio motor tem emissões zero". Em todos os diferentes aspectos é claramente evidente que o motor eléctrico é superior em todos os aspectos, então, você se pergunta "porque não trocamos de vez o motor a gasolina pelo motor eléctrico?" Algo que devemos analisar

entre os motores é que o motor elétrico tem a vantagem, entre tanto se olharmos para o armazenamento de energia, o motor de calor tem a vantagem já que o combustível é uma forma realmente maravilhosa de armazenamento de energia, uma má comparação a isso são as pilhas, um exemplo é uma bateria de chumbo ácido de 1900 armazenada apenas cerca de 0,01 kWh por kg sendo que isso é mais de 1000 vezes menos do que a gasolina e uma bateria de hidratos de níquel metálico disponível na viragem do novo milénio armazena cerca de 0,08 kWh, isto ainda é 150 vezes menos. Com a melhora tecnológica em baterias, futuramente carros não se tornarão tão pesados por conta de baterias. Para que tenhamos veículos mais leves e ágeis é importante entendermos o fato de que algo que é mais leve necessita de menos matéria-prima e, no final, o resultado é baixo preço em veículos elétricos e até mesmo poupando 25000 litros de combustível ao longo da vida útil do carro.

Exercício 1

1) Os carros eléctricos têm um sistema de transmissão e diferencial mais simples quando comparados com um carro que possui motor de combustão, marque a alternativa incorreta:

A) As engrenagens para carros eléctricos são baratas

X B) A tração motorizada não permite a travagem regenerativa, tornando-a mais simples

C) O motor e a tração do motor podem fornecer o binário máximo a quase todas as velocidades

D) Todas as alternativas estão incorretas

2) Marque Verdadeiro ou Falso para as seguintes alternativas.

A) O dimensionamento de um motor eléctrico não reduz materialmente a eficiência e os motores são baratos e leves. Portanto, os veículos eléctricos podem acelerar e serem muito mais rápidos. (V)

B) Um motor eléctrico funciona devido à interação entre o campo eletromagnético do estator e o rotor.

(V)

C) O carro eléctrico médio é quatro vezes mais eficiente do que o carro convencional médio, uma vez que a eficiência energética do motor pode aproximar-se dos 100% e não pode recuperar energia cinética ao travar.

(F)

D) São relativamente leves, compactos e baratos, pois o rotor é a única parte móvel. (V)

3) Em relação ao motor de quatro tempos ou fases, marque a alternativa correta:

A) No terceiro golpe, a energia no combustível é colhida através da sua ignição. A explosão resultante faz subir o cilindro e isso produz um movimento de rotação.

X B) No primeiro golpe, a gasolina é injetada numa câmara abrindo uma válvula que é depois fechada novamente.

C) No segundo curso, o pistão move-se para baixo e a gasolina é comprimida.

D) Todas as alternativas estão corretas

4) Desenvolva um pequeno resumo sobre as principais diferenças entre o carro elétrico e um carro movido a gasolina.

Existe uma forma de estimarmos as forças no veículo e a potência que precisa ser entregue pelo *powertrain* para controlar a velocidade do veículo. A força de resistência ao rolamento ocorre devido ao atrito entre os pneus e a superfície da condução, em caso de paragem a força de resistência ao rolamento é igual, já quando o veículo começa a mover-se, a força de resistência ao rolamento atua na direção oposta.

Uma forma de calcularmos a direção do movimento é utilizando o "coeficiente de resistência ao rolamento" aonde será multiplicado pela "força nominal entre o veículo e a estrada". Vamos supor que tenhamos uma superfície plana, para uma

força normal nós teríamos a "massa do veículo" que vai ser multiplicado pela "gravidade", no caso de uma estrada com um ângulo de inclinação conhecida como " θ ", o peso é originado pela força normal aonde o peso é multiplicado pelo cosseno do ângulo da estrada. É importante frisar que a força de resistência ao rolamento é independente da velocidade do veículo, sendo sempre oposta à direção de condução.

Com as informações apresentadas anteriormente é importante notar que a resistência aerodinâmica é independente da massa do veículo porém tem uma forte dependência da velocidade do veículo, é por isso que, num automóvel, a força de resistência aerodinâmica é mais elevada do que a força de resistência ao rolamento. Pela segunda lei de Newton, a força líquida é igual ao produto da massa do veículo e da aceleração do veículo, devido a isso podemos controlar a aceleração do veículo e, consequentemente, a velocidade controlando a força de tração que o grupo motopropulsor produz. A força de atração está na direção de condução a maior parte do tempo, mas pode ser zero

quando o veículo está em fase de travagem regenerativa ou mesmo negativo quando o grupo motopropulsor está em travagem regenerativa.

Outra força atuante em um veículo e que devemos aprender é força aerodinâmica de arrastamento, a força aerodinâmica de arrastamento opõe-se ao movimento do veículo à medida que a velocidade do veículo aumenta. Uma das formas que podem ser utilizadas para calcular é o produto do coeficiente de arrasto aerodinâmico c_d a área frontal do veículo A_f , a densidade do ar ρ e o quadrado da velocidade do veículo v , dividido por 2. É de extrema importância notarmos que a resistência aerodinâmica é independente da massa do veículo, mas tem uma forte dependência da velocidade do veículo. É por isso que, num automóvel, a força de resistência aerodinâmica é superior à força de resistência ao rolamento quando a velocidade é superior a cerca de 70 a 80 km/h. O coeficiente de resistência ao rolamento é tipicamente de cerca de 0,25 a 0,35 para um automóvel moderno.

A terceira e última força atuante em um veículo é a força gradiente, e ocorre quando

o veículo está a conduzir numa estrada de subida ou de descida. A força de inclinação é devida à componente longitudinal da força gravitacional, nomeadamente $mgsin(\theta)$ onde θ é o ângulo de inclinação da estrada e também negativas quando se conduz em coeficiente angular (medida da inclinação de uma reta face ao eixo horizontal) ou também conhecido como declive, e positivos quando se conduz em subida. As inclinações da estrada são expressas como uma percentagem em termos de teta tangente e têm um valor tipicamente entre mais ou menos 10%.

Pela segunda lei de Newton, a força líquida é igual ao produto da massa do veículo e da aceleração do veículo. Portanto, podemos controlar a aceleração do veículo e, conseqüentemente, a velocidade, controlando a força de tração que o grupo motopropulsor produz. A força de tração está na direção de condução a maior parte do tempo, mas pode ser nula quando o veículo está em fase de travagem regenerativa ou mesmo negativa quando o grupo motopropulsor está em travagem regenerativa. Se expandirmos agora a

equação da força de tração, podemos ver os fatores que influenciam as forças do veículo: a massa do veículo e o ângulo da estrada afetam a resistência ao rolamento e a força de inclinação, a velocidade do veículo decide a força aerodinâmica de arrastamento, e o resto da força de tração decide a aceleração do veículo. Se tivermos de estimar a potência fornecida pelo grupo motopropulsor, então precisamos de multiplicar a força de tração com a velocidade do veículo.

Além da força de tração, a bateria EV também fornece energia para os auxiliares do veículo, como aquecimento, ar condicionado, iluminação, limpa para-brisas, etc. Assim, a potência líquida fornecida pela bateria de tração, P_{batt} , é a soma da potência de tração e da potência auxiliar. Para concluir, as forças que atuam num veículo quando este está a conduzir consistem na força de resistência ao rolamento, na força aerodinâmica de arrastamento e na força de inclinação. O trem de tração fornece a força de tração, que pode ser controlada para alterar a aceleração do veículo e, conseqüentemente, a velocidade.

Agora vamos entender como funcionam os Veículos eléctricos híbridos conhecidos pela sigla(VHE) e híbridos plug-in conhecidos pela sigla(PHEVs), em geral, um (P)HEV tem uma transmissão eléctrica como um EV, mais um motor de queima de combustível de algum tipo que pode recarregar as baterias periodicamente. Os HEV e os PHEVs são bastante populares já que o seu alcance não é limitado pela bateria

Poupam muito combustível em comparação com os veículos ICE

Requerem menos manutenção no trem de força e nos travões. Isto deve-se ao facto de o motor de combustível ser suportado pelo motor eléctrico.

A vantagem de um HEV é que o motor a combustível é mais eficiente apenas numa pequena gama de condições de funcionamento. Além disso, neste ponto de funcionamento mais eficiente, o motor de queima de combustível produz normalmente os seus níveis mais baixos de emissões.

Infelizmente, enquanto conduz, o motor do automóvel tem de funcionar sob uma vasta gama de velocidades e cargas, sendo assim muito menos eficiente e produz emissões

muito maiores do que se pudesse funcionar no seu ponto mais eficiente a toda a hora. Os sistemas de transmissão eléctricos são também mais eficientes em apenas um ponto, mas a redução da eficiência para outras velocidades e cargas é muito menor. Por conseguinte, um HEV pode fazer funcionar o motor de queima de combustível no seu ponto mais eficiente para a carga da bateria e pode utilizar a transmissão eléctrica para ocupar toda a folga noutras condições.

Desta forma, as emissões são muito menores do que para o motor de queima de combustível que conduz o carro por si só, e a economia de combustível pode ser significativamente melhorada. As tecnologias híbridas alargam a gama utilizável de VE para além do que um veículo totalmente eléctrico pode alcançar apenas com baterias. Ser um híbrido ou híbrido de ficha permitiria ao veículo funcionar apenas com baterias dentro de uma área urbana/poluída, e depois mudar para o seu motor fora da área urbana. Agora vamos entender qual a diferença entre veículos eléctricos a bateria e veículos eléctricos a pilha de combustível:

veículos eléctricos a bateria: Algumas das principais vantagens do BEV são que funciona totalmente com uma fonte de energia barata e relativamente sustentável, requer pouca manutenção devido à redução das peças móveis, e a possibilidade de utilizar um pedal de condução torna possível fazer um uso muito eficiente da energia. Uma desvantagem é que uma grande bateria é necessária para um longo alcance. Mas como Auke afirma, de acordo com a sua investigação, um alcance de 400 - 500 km deve ser suficiente, pelo que não há qualquer utilidade em fabricar baterias maiores do que isso. Outra desvantagem é que a carga rápida é necessária para competir com os veículos ICE. Espera-se que dentro de cinco anos, a capacidade de carregamento rápido seja tão grande que um alcance de 250 km possa ser alcançado dentro de 15 minutos.

veículos eléctricos a pilha de combustível: Apesar dos benefícios, existem poucas desvantagens associadas aos VE. A principal delas é a baixa energia e densidade de potência das baterias em comparação com os

combustíveis líquidos (gasolina e gásóleo). Outra preocupação comum é o tempo de recarga das baterias. Os tempos de recarga variam entre 4 a 8 horas. No entanto, carregar baterias eléctricas é significativamente mais barato em comparação com o enchimento de um depósito de combustível.

Um veículo com célula de combustível tem a vantagem de tempos de recarga curtos em comparação com as baterias, muito menos requisitos de manutenção e um tempo de vida relativamente mais longo. Além disso, outra vantagem dos veículos a pilha de combustível é o alcance de condução alargado, que é também mais semelhante a um veículo baseado num ICE tradicional. Isto porque a energia disponível está dentro de um depósito de hidrogénio que pode armazenar mais energia do que as baterias.

A seleção da potência de uma máquina eléctrica para utilização dentro de um EV depende da massa do veículo e do desempenho de aceleração desejado. Existem muitos tipos de máquinas eléctricas, que podem ser utilizadas para fornecer a

potência de propulsão necessária. Alguns requisitos gerais das máquinas eléctricas para utilização tanto dentro de (P)HEV's como dentro de EV's são os seguintes:

- Facilidade de controle*
- Tolerância a falhas*
- Alta eficiência*
- Alta potência a alta velocidade (cruzeiro)*
- Alta densidade de potência*
- Alto binário de baixa velocidade (acelerando)*
- Pico de torque 2-3 vezes a classificação de torque contínuo*
- Região de operação de potência constante alargada*
- Baixo ruído acústico Baixa Interferência Eletromagnética (EMI)*

A concepção da máquina eléctrica deve ser otimizada para que a energia cinética do veículo gere o máximo de energia eléctrica possível e para que a energia armazenada pela bateria possa ser entregue às rodas da estrada da forma mais eficiente possível. Os motores EV diferem dos motores industriais, uma vez que geralmente requerem um

torque de baixa velocidade elevado, permitindo que o veículo cumpra os requisitos de aceleração. É também necessária uma vasta gama de velocidade de funcionamento. Em contraste, os motores industriais são geralmente otimizados para condições nominais específicas e têm condições de funcionamento menos dinâmicas.

Como mencionado, existem apenas três tipos de motores que estão a ser utilizados em VE atualmente: *"Motor de indução, Motor magnético permanente e Motor de relutância síncrona"*

Motor de indução: O motor de indução CA não necessita de ímanes permanentes. Em vez disso, o campo magnético é produzido por uma corrente que flui através dos enrolamentos na caixa ou no estator. Agora, se ligar o estator a uma corrente alternada, isto significa que o campo magnético no estator também irá alternar. Se for utilizada uma entrada CA trifásica, é produzido um chamado campo magnético rotativo ou RMF.

O campo magnético do estator induzirá uma tensão e corrente nos enrolamentos do

rotor. É por isso que é chamado de motor de indução. Isto, por sua vez, leva o rotor a produzir o seu próprio campo magnético, e este campo magnético fará o rotor rodar de modo a alinhar-se com o campo magnético do estator. O rotor irá seguir este campo magnético rotativo no estator, sem necessidade de um comutador com escovas.

Motor magnético permanente: Se construirmos um rotor com ímanes permanentes, já não precisamos de induzir um campo magnético no rotor. Isto evita perdas e desenvolvimento de calor no rotor. Devido a tudo isto, os motores com ímanes permanentes são atualmente os motores eléctricos mais pequenos e mais leves que se podem comprar. Como o rotor já está magnetizado, está sempre em sincronia com o campo magnético rotativo. É por isso que os motores de ímanes permanentes são também classificados como motores síncronos.

Motor de relutância síncrona: O motor de relutância síncrona só recentemente foi desenvolvido e parece ter o melhor dos dois

mundos. Tem um rotor que contém metal que é formado de tal forma que quer alinhar-se naturalmente com o campo magnético circundante. Isto significa que não precisa de produzir o seu próprio campo eléctrico através de correntes induzidas, como o motor de indução, o que significa menos perdas. Finalmente, não precisa de ímanes permanentes, o que o torna muito mais barato do que um motor de ímanes permanentes.

É importante Frisar que o carro Tesla decidiu mudar para um novo motor por que o motor de íman permanente é o motor mais leve e mais pequeno. É também o motor mais silencioso e eficiente.

Exercícios

1) Marque a alternativa correta que explica o que são configurações de motor único

XA) Um único motor é utilizado para conduzir quer os eixos dianteiros quer os traseiros.

B) Existe um motor utilizado em cada um dos eixos dianteiro e traseiro com um sistema de engrenagem

C) Cada roda tem um único motor separado.

D) Todas as rodas tem um único motor movido principalmente por engrenagens

Resolução: A resposta correta é a letra "A", já que as configurações de motor único utilizam basicamente um único motor para todo o carro. Este motor é colocado no eixo dianteiro ou traseiro e é ligado às rodas normalmente com um sistema de engrenagem de uma só fase e um diferencial. Por outro lado, as configurações de motores duplos utilizam dois motores numa de duas maneiras: dois motores no mesmo eixo para maior torque; ou utilizam um motor para cada um dos eixos dianteiro e traseiro, proporcionando uma tração integral às rodas.

2) O carro Tesla Modelo S (2012) tinha um motor eléctrico mas o Tesla Modelo 3 (2017) tem um motor diferente.

Nomear os motores eléctricos em Tesla Modelo S (2012) e Tesla Modelo 3 (2017) respectivamente.

A) Motor de indução e relutância síncrona

B) Ímã permanente e motor de indução

XC) Indução e motor de ímã permanente

3) Determinar se as declarações abaixo são verdadeiras ou falsas.

A) Uma vez que o rotor só segue o campo magnético rotativo depois de ter criado um campo eléctrico induzido em si, está sempre um pouco à frente. A quantidade que o rotor está à frente é chamada "escorregar". Este deslize faz com que o rotor esteja sempre um pouco fora de sincronia com o campo magnético rotativo. É por isso que um motor de indução é chamado de motor assíncrono. (F)

B) Em motores de ímãs permanentes, porque o rotor já está magnetizado, está sempre em sincronia com o campo magnético rotativo. É por isso que os motores de ímãs permanentes são

também classificados como motores síncronos.(V)

C)O rotor com os ímanes permanentes no seu exterior é chamado de ***out-runner***. Um ***out-runner*** pode fornecer um torque mais elevado a velocidades mais baixas.(V)

Outra característica que veículos elétricos possuem é sua eletrônica de potência, ela pode ser definida como a aplicação de dispositivos semicondutores de potência, como tiristores e transistores, na conversão e no controle de energia elétrica em níveis altos, médios e baixos de potência, apresentando aplicações em sistemas eletrônicos diversos, incluindo equipamentos de informática, multimídia, comunicações, nas baixas potências, e sistemas industriais de manufatura e produção, nas altas potências.

Os semicondutores de potência são dispositivos amplamente utilizados em sistemas eletrônicos de potência para automóveis, e muitas vezes ditam a eficiência, o custo e a dimensão destes sistemas. Interruptores semicondutores de

potência ativa, tais como MOSFETs e IGBTs servem como controladores de carga para motores (desde motores de tração CA de 75 kW até motores CC de 1W), solenoides, bobinas de ignição, relés, aquecedores, lâmpadas, e outras cargas automóveis. Os díodos são utilizados em sistemas automóveis para retificar a corrente CA gerada pelo alternador, fornecer o caminho de corrente de roda livre para IGBTs ou MOSFETs em inversores DC/AC e conversores DC/DC, e suprimir os transientes de tensão. Um veículo tem atualmente mais de 50 atuadores em média, que são frequentemente controlados por MOSFETs de potência ou outros dispositivos semicondutores de potência.

As tensões nominais dos dispositivos semicondutores de potência são consideravelmente superiores à tensão máxima de funcionamento especificada ou à tensão da bateria dos sistemas de potência. Isto porque a tensão nominal da electrónica de potência de automóveis é principalmente determinada pela capacidade de sobrevivência destes dispositivos aos transientes de sobretensão normalmente

encontrados no ambiente automóvel, em vez de apenas as tensões máximas de funcionamento. Os transientes na fonte de alimentação do automóvel variam desde os transientes graves e de alta energia gerados pelo subsistema alternador/regulador até ao baixo nível de ruído gerado pela comutação de cargas indutivas tais como bobinas de ignição, relés, solenoides, e motores CC. Um sistema eléctrico automóvel típico tem todos estes elementos necessários para gerar transientes indesejáveis. É fundamental que os dispositivos semicondutores de potência para automóveis tenham tensão nominal suficiente para suportar estes transientes eléctricos. As classificações de corrente de um semicondutor de potência estão principalmente relacionadas com a dissipação de energia e a temperatura de junção no dispositivo. A corrente contínua máxima é normalmente definida como a corrente que o dispositivo é capaz de conduzir continuamente sem exceder a temperatura máxima da junção.

Os dispositivos semicondutores de potência comercialmente disponíveis podem ser categorizados em vários tipos básicos

tais como díodos, tiritares, transístores de junção bipolares (BJT), transístores de efeito de campo semiconductor de óxido metálico de potência (MOSFET), transístores bipolares de porta isolada (IGBT), e tiritares de porta isolada (GTO). Além disso, existem circuitos integrados de potência (ICs) e dispositivos inteligentes de potência que integram dispositivos de comutação de potência com funções lógicas/analógicas de controlo, diagnóstico, e proteção. A tecnologia de dispositivos emergentes são dispositivos de potência baseados em SiC. O SiC é geralmente considerado o material semiconductor mais promissor para substituir o silício em futuros sistemas electrónicos de potência.

Os dispositivos de energia SiC oferecem os seguintes benefícios sobre os seus homólogos de silício:

- A maior resistência do campo eléctrico de SiC permite uma região de deriva muito mais fina e, portanto, uma resistência específica muito menor dos dispositivos de SiC em relação aos seus homólogos de silício.

- A baixa resistência dos dispositivos de SiC para uma tensão nominal de 600-2000V permite a utilização de dispositivos portadores majoritários como o MOSFET e os díodos Schottky em vez de dispositivos portadores minoritários como os díodos IGBT e PiN. Isto resulta em perdas de comutação muito reduzidas e ausência de efeito de armazenamento de carga. Menores perdas de comutação permitirão ainda uma maior frequência de comutação e, subsequentemente, componentes passivos mais pequenos e menos dispendiosos, tais como indutores de filtros e condensadores.

- O maior intervalo resulta numa maior concentração intrínseca do transportador e numa maior temperatura da junção de funcionamento. Em princípio, os dispositivos SiC poderiam funcionar a uma temperatura de junção tão alta quanto 300°C, em comparação com a temperatura máxima de junção de 150°C dos dispositivos de silício.

- O aumento da temperatura de funcionamento irá reduzir o peso, volume,

custo, e complexidade dos sistemas de gestão térmica.

A condutividade térmica muito elevada do SiC reduz a resistência térmica do molde do dispositivo.

Existem quatro tipos de conversores, eles são: "AC-DC, DC-AC(contem isolação magnética e Fluxo de potência bidirecional), DC-DC e AC-AC(não contem isolação magnética e Fluxo de potência bidirecional)".

Transmissão híbrida de veículos eléctricos

A unidade de tracção eléctrica de um veículo eléctrico híbrido pode ser prevista para ter os seguintes componentes:

- Baterias como armazenamento de energia.
- Conversor DC-DC para bateria (bidirecional)
- Conversor DC-AC para acionamento de motores (bidirecional)
- Motor para a condução
- Gerador para carregar a bateria do motor de combustão
- Motor de combustão (com powerplit)

O conversor DC/DC de processamento de energia mais comum utilizado para um EV é um step-up (conversor de impulso) e step down (conversor de molas), uma vez que normalmente a tensão da bateria é muito inferior à tensão do chamado bus de alta tensão (ver figura). Ao recuperar a energia cinética do veículo, o dispositivo funciona em modo buck (step down), onde o nível de tensão é reduzido do barramento de alta tensão para um nível que se encontra dentro da gama de tensão segura da bateria. Ao propulsar o veículo, o dispositivo funciona em modo de impulso e a tensão DC é regulada para produzir um nível de tensão mais elevado para a máquina eléctrica. A conversão para diferentes níveis de tensão é controlada pelo controlador, que utiliza o acelerador do condutor e os pedais de travão para seleccionar o modo de funcionamento. É necessário um processamento adicional se for utilizada uma máquina eléctrica CA. A voltagem CC deve ser invertida ou retificada, dependendo da direcção do fluxo de potência.

2. Tecnologia em baterias de Veículos eléctricos

Baterias podem armazenar energia e são utilizadas para alimentar uma grande variedade de dispositivos, desde micro baterias que mantêm a memória dos chips de um computador até às grandes baterias que alimentam os carros eléctricos e estabilizam a rede eléctrica. As baterias que só podem descarregar uma vez são chamadas células primárias, por exemplo, as nossas conhecidas baterias alcalinas triplo A e duplo A.

As baterias que podem ser recarregadas são chamadas baterias secundárias. Exemplos disso são baterias de chumbo-ácido, níquel-hidreto metálico e íons de lítio. As baterias consistem num polo ou eléctrodo positivo e num negativo. Numa bateria carregada, a energia é armazenada sob uma forma química nos eléctrodos que são libertados como energia eléctrica quando descarregados.

Ao contrário, as baterias secundárias podem ser carregadas utilizando eletricidade que é quando a energia eléctrica é convertida em energia química, armazenadas na bateria.

Uma característica importante das baterias é que a eficiência do armazenamento de energia é muito elevada, na sua maioria mais de 90 por cento, em baterias de íons de lítio.

Num veículo eléctrico, toda a energia necessária para conduzir é armazenada nas baterias EV, a passagem de carros movidos a combustíveis fósseis para carros movidos a baterias é um desafio, em primeiro lugar porque os combustíveis fósseis como o gasóleo e a gasolina têm uma grande gravimetria densidade de energia em comparação com as baterias.

Como um carro precisa de ser tão leve quanto possível, a bateria não pode ser demasiado pesada. Isto limita a quantidade máxima de energia armazenada numa bateria EV,

o que por si só limita a autonomia de condução. As baterias de íons de lítio têm atualmente a mais alta densidade de energia gravimétrica de todas as tecnologias de baterias.

Por conseguinte, são hoje amplamente aplicadas na mobilidade eléctrica. As baterias de íons de lítio de última geração têm uma densidade de energia próxima dos 250 Watt horas por quilograma, que ainda é relativamente pequena em comparação com a densidade energética dos combustíveis fósseis. A gasolina, por exemplo, tem uma densidade energética de doze mil novecentas horas watt por quilograma. No entanto, um motor eléctrico é aproximadamente quatro vezes mais eficiente como um motor de combustão interna na conversão de energia química em energia mecânica.

Assim, uma bateria EV precisa de ser cerca de 13 vezes mais pesada do que um depósito de gasolina para alcançar o mesmo conteúdo energético. Devemos distinguir a densidade de energia gravimétrica da densidade de energia volumétrica. Suponha que uma bateria de 70 quilowatts-hora é exigida num EV, isto resulta aproximadamente numa bateria de 300 quilos, tomando um volume de aproximadamente cem litros, este é um volume bastante limitado, daí que o peso seja tipicamente o fator limitador da tecnologia EV. Outra procura de baterias EV é o

carregamento rápido, uma vez que isto determina o tempo que alguém precisa para gastar para recarregar um carro eléctrico.

Um componente crucial de um conjunto de baterias é o sistema de gestão de baterias que monitoriza o estado das células individuais e gere a forma como as células individuais são carregadas e descarregadas. Isto é vital para alcançar uma operação segura, um ciclo de vida longa e desempenho óptimo. As duas formas mais comuns de bateria de iões de lítio são células cilíndricas e prismáticas. Tipicamente, as células cilíndricas de iões de lítio são utilizadas em tecnologia EV uma vez que proporcionam o ciclo de vida mais longo, um elevado padrão de segurança e são mais baratos de produzir. A desvantagem é que são menos eficientes na embalagem em volume de múltiplas células, simplesmente por causa da sua forma. No entanto, para o arrefecimento das células, isto é na realidade uma vantagem. As células prismáticas são mais eficientes em termos de volume e por esta razão, são tipicamente utilizados em tele móveis e comprimidos. O custo total de uma bateria depende dos

materiais da bateria e da produção da bateria.

A distribuição do custo depende da química específica da bateria e dos diferentes componentes. As baterias de íons de lítio tornaram-se mais baratas por hora watt de armazenamento de energia, devido ao aumento da produção, ao aumento da densidade energética e à redução dos custos. Por exemplo, ao reduzir a quantidade de cobalto no eléctrodo positivo.

A reciclagem tornar-se-á cada vez mais importante no futuro para recuperar os elementos e materiais de baterias de íons de lítio, uma vez que o aumento do volume de produção de baterias irá colocar pressão sobre o preço dos materiais da bateria, bem como sobre a disponibilidade do material.

Como expliquei anteriormente, os carros eléctricos necessitam de baterias com uma alta densidade de energia para proporcionar uma grande autonomia de condução. Além disso, uma longa duração do ciclo é importante para garantir uma grande distância total de condução antes que a bateria precise de ser substituída. A tecnologia atual de íons de lítio tem

preocupações de segurança que estão relacionadas com os eletrólitos líquidos nestas baterias.

O desempenho da bateria, bem como a sua segurança, são determinados pelos materiais do eléctrodo e do eletrólito. Por conseguinte, a investigação mundial sobre baterias tem como objetivo encontrar novos materiais e de baterias que melhoram os parâmetros de desempenho, segurança e custos.

As atuais baterias de íons de lítio estão próximas da densidade máxima teórica de energia que se prevê ser de cerca de 280 watt/hora por quilograma. Estão a ser desenvolvidos novos produtos químicos de lítio para ultrapassar este limite. Estas novas químicas incluem, por exemplo, enxofre de lítio e ar de lítio. Neste momento, estas químicas têm muitos desafios, em particular no seu ciclo de vida, que está relacionado com as grandes mudanças estruturais e reatividade com o eletrólito.

No que diz respeito à segurança, a investigação centra-se no desenvolvimento de todas as baterias de estado sólido, onde o eletrólito líquido é substituído por um eletrólito sólido. O lítio é relativamente

abundante mas geograficamente encontrado principalmente em algumas áreas em todo o mundo, o lítio também está presente nos oceanos, mas a extração eficiente do lítio da água do mar ainda não é rentável. Por conseguinte, outros íons portadores de carga são considerados na investigação de baterias EV. Por exemplo, o íon de magnésio multivalente é uma alternativa interessante, uma vez que transporta dois electrões por Mg-íon.

Os desafios desta química incluem, por exemplo, a reatividade com o eletrólito. É necessária uma investigação intensiva para ver que química será capaz de atravessar a energia limite de densidade das baterias de íons de lítio.

Algumas baterias utilizadas em veículos elétricos são:

Fosfato de lítio e ferro - As baterias de fosfato de lítio de ferro (LiFePO_4) são fabricadas por muitas empresas no mundo e ganharam credibilidade através da sua utilização em ferramentas eléctricas. As células de fosfato de ferro de lítio têm uma densidade de energia muito inferior à das

células de formato padrão, mas podem ser carregadas muito mais rapidamente - de vinte a trinta minutos. Além disso, o LiFePO_4 foi recentemente considerado que apresenta uma melhor estabilidade sobre a sobrecarga, o que é bom para a segurança, uma potência muito elevada e tem potencial para um custo mais baixo, uma vez que utilizam ferro.

Baterias à base de lítio - As baterias à base de lítio são classificadas pelo tipo de material ativo. Existem dois tipos principais, aqueles com líquido (Li-íon-líquido) e aqueles com eletrólito de polímero (Li-íon-polímero). O tipo Li-íon-líquido é geralmente preferido para aplicações EV. Dentro do tipo Li-íon-líquido, existem três materiais de lítio, cobalto de lítio, (ou óxidos de manganês de lítio), fosfato de ferro de lítio e titanato de lítio.

Manganês de lítio - O manganês lítio (LiMn_2O_4) oferece uma solução de custo potencialmente mais baixo. Tem sido largamente estudada para aplicação em veículos eléctricos, especialmente no Japão. O inconveniente deste tipo de bateria é a sua

fraca duração devido à ligeira solubilidade do Mn.

Titanato de lítio - O titanato de lítio permite uma carga da ordem de dez minutos e demonstrou ter uma duração de ciclo extremamente longa - da ordem de 5000 ciclos de descarga a toda a profundidade. O titanato de lítio tem alta segurança inerente porque o ânodo de grafite.

Baterias de alta temperatura - As baterias de cloreto de sódio-níquel (NaNiCl ou Zebra) têm sido utilizadas em numerosas aplicações EV. A elevada energia específica é atrativa para VE de longo alcance. A alta temperatura de funcionamento (300°C) requer pré-aquecimento antes de ser utilizada, o que pode consumir bastante energia se estacionada regularmente durante longos períodos. Por esta razão, esta bateria é considerada mais adequada para aplicações onde o VE está a ser utilizado continuamente (transportes públicos e carrinhas de entregas, etc.).

Baterias metálicas de ar - As baterias de alumínio-ar (Al-air) e de zinco-ar (Zn-air) utilizam ambas o oxigénio absorvido da atmosfera na descarga e expulsam o oxigénio quando estão a ser carregadas. A densidade de energia destas baterias é elevada mas, densidades de energia mais baixas significam que as aplicações são limitadas. As baterias de Al-ar consomem o eléctrodo de alumínio, e devem ser removidas e substituídas ou reprocessadas. Algumas aplicações foram testadas onde frotas de veículos de entrega EV estão a funcionar com baterias Zn-air, onde cassetes de zinco removíveis podem ser substituídas quando descarregadas para unidades recarregadas. A baixa potência específica das baterias metálicas de ar pode ver estes tipos de baterias restritas a veículos de entrega de longa distância, mas as vantagens da travagem regenerativa podem ser sacrificadas.

Baterias à base de níquel - As baterias de níquel-hidreto metálico (NiMH) são utilizadas extensivamente para fins de tração, e são optimizadas para um elevado conteúdo energético. As baterias de níquel-

cádmio (NiCd) também apresentam um bom potencial para energia específica e potência específica elevadas, embora a presença de cádmio tenha suscitado algumas preocupações ambientais.

Baterias de chumbo ácido - Trata-se de uma tecnologia amadurecida onde se registaram progressos limitados em termos de energia e densidade de potência. Estão disponíveis baterias de ciclo profundo, que reforçaram os eléctrodos para evitar a separação e a formação de lamas¹. As perspectivas de utilização em EV são limitadas, devido às baixas densidades de energia, sensibilidade à temperatura e ciclo de vida.

Uma das formas de comparar o desempenho das baterias é o "Enredo Ragone", o Enredo Ragone é usado para comparar a densidade de energia de vários dispositivos de armazenamento de energia. Em tal gráfico os valores de energia específica (em $W \cdot h/kg$) são plotados versus potência específica (em W/kg). Ambos os eixos são logarítmicos, o que permite comparar o desempenho de dispositivos muito diferentes.

As parcelas de Ragone podem revelar informações sobre a densidade de energia gravimétrica, mas não transmitem detalhes sobre a densidade de energia volumétrica. Para um automóvel eléctrico, a energia específica no eixo y pode ser um indicador da autonomia do automóvel eléctrico e a energia específica no eixo x um indicador da aceleração (potência do motor) do automóvel eléctrico para uma unidade de massa da bateria do veículo. Idealmente, um bom dispositivo de armazenamento de energia deve oferecer tanto energia específica elevada como potência específica elevada, posicionando-se no lado superior direito da parcela Ragone.

Além disso, podemos ver as linhas cinzentas pontilhadas na parcela com indicadores de tempo, tais como 100h, 1h ou 36s. Estas linhas pontilhadas com uma inclinação fixa na parcela Ragone indicam a quantidade de tempo para carregar ou descarregar uma unidade de massa da bateria. Isto porque a relação entre a densidade de energia e a densidade de potência (indicada nos eixos y e x resp.) corresponde ao tempo (em horas).

É importante ter em conta que o gráfico Ragone acima usa uma escala logarítmica em ambos os eixos x e y e é necessário estar familiarizado com a interpretação dos gráficos logarítmicos.

Exercício

1) A duração do ciclo de uma bateria depende de qual das alternativas abaixo, marque a alternativa correta:

- A) Temperatura de funcionamento
- B) Taxa de carregamento
- C) Perfil de carga
- ☒ D) Todas as anteriores

2) Se um carro eléctrico necessita de 75 kWh, qual é o peso aproximado da bateria de íons de lítio? Pegue num valor de energia específica de 200 Wh/kg. (dica: basta apenas dividir)

- ☒ A) 375
- B) 350
- C) 300

D)400

3)Porque é que as células cilíndricas são preferidas em relação às células prismáticas em baterias EV? marque a alternativa correta.

- A)Têm uma maior densidade energética
- ☒B)Proporcionam um ciclo de vida mais longo, um elevado padrão de segurança e são mais baratos de produzir
- C)Têm uma maior densidade de potência
- D)Têm uma densidade de embalagem volumétrica mais elevada

4)Qual das seguintes opções é uma célula primária?

- A)Bateria de íon de lítio do seu portátil
- B)Bateria de chumbo-ácido do seu carro
- C)Capacitor
- ☒D)AAA Célula alcalina

resolução: A resposta correta é a letra D, As pilhas que só podem descarregar uma vez são chamadas células primárias, por exemplo as nossas conhecidas pilhas alcalinas triplo A e duplo A.

5) Que característica determina a capacidade de uma bateria EV ser mais adequada para um carregamento rápido? e defenda sua resposta.

resolução: A característica de alta densidade de potência é a mais adequada para um carregamento rápido, já que uma bateria com uma maior densidade de potência pode lidar com potências de carregamento mais elevadas.

Existem duas limitações específicas que devemos compreender quando estudamos sobre baterias, elas são a "limitação específica de energia" e "limitação específica de potência".

limitação específica de energia: O conteúdo energético restrito das baterias é um dos maiores inconvenientes que limitam a implementação bem sucedida da tecnologia EV. Considerando que a energia específica da gasolina é $9,2 \text{ kWh kg}^{-1}$ correspondente a mais de 3 kWh kg^{-1} de energia específica útil

, as limitações do VE alimentado por baterias tornam-se aparentes. Duas tecnologias emergentes de baterias que abordam as limitações energéticas específicas são o ar de lítio (Li-air) e a farinha de lítio (Li-flour).

limitação específica de potência: A capacidade de uma bateria para fornecer e aceitar energia a taxas muito elevadas é limitada pelos processos físicos que ocorrem dentro das células da bateria. Quando a corrente flui para dentro da bateria, a reação dentro da célula deve ocorrer a uma taxa correspondente¹. Isto significa que a dinâmica da reação na superfície do eléctrodo e o transporte de íons (propriedades cinéticas) deve ocorrer ao mesmo ritmo que a corrente fornecida. Devido às altas correntes associadas à alta potência, a taxa de reação é incapaz de corresponder à taxa a que a corrente está a ser fornecida. Como resultado, a capacidade da bateria é reduzida e o aquecimento por joule ocorre dentro da célula.

Entre os materiais dentro de uma bateria, temos o "tempo de vida útil da bateria" que

prever os efeitos do envelhecimento das células individuais da bateria, e portanto a sua duração, é uma tarefa complexa, mas crucial para melhorar a fiabilidade e a usabilidade dos VE. De acordo com Troltsch et al.¹, o principal mecanismo de envelhecimento é o crescimento de uma película de superfície, também conhecida como interface eletrólito sólido (SEI), no eléctrodo negativo. Outros efeitos físicos ocorrem ao longo do tempo, que afetam a condutividade do eletrólito e, por conseguinte, aumentam a resistência interna. O efeito líquido é uma diminuição da capacidade da bateria ao longo do tempo. O tempo de vida da bateria é o tempo em que a capacidade da bateria está acima de uma capacidade mínima aceite. Como descrito no Manual de Pilhas, esta duração depende da profundidade da descarga (DOD), do número de ciclos e da idade.

Outro material que podemos encontrar dentro de uma bateria é o "estado de saúde (SoH) de um sistema de bateria", ela é um termo utilizado para descrever o conteúdo energético da bateria após consideração dos efeitos do envelhecimento. Em termos de

desempenho EV, relacionar o Estado de Carga (SOC) com o SOH fornece uma indicação mais precisa da energia restante na bateria e, portanto, um indicador de combustível mais preciso para o condutor. Este conceito é explicado com referência à tabela abaixo. Assumindo uma utilização de energia de 0,2kWh/km e uma bateria com uma capacidade de 30kWh, é alcançado um alcance de 150km. No entanto, à medida que a bateria envelhece e a capacidade diminui, o alcance diminui. Se o indicador de energia da bateria não considerar este efeito de envelhecimento, o EV terá um alcance mais curto do que o previsto.

As baterias para veículos eléctricos consistem em muitas células interligadas em combinação, formando um "sistema de gestão de bateria" que faz parte dos materiais dentro de uma bateria. As células de bateria individuais mostram uma redução na capacidade com ciclos de carga e descarga crescentes, bem como variações de temperatura. Quando as células são ligadas numa configuração em série ou paralela como numa bateria, a gestão e controlo das condições de carga e descarga torna-se

crucial para prolongar a vida útil e limitar os efeitos do envelhecimento das células individuais. Um sistema de gestão de bateria (BMS) é utilizado para monitorizar, controlar e equilibrar o conjunto. As principais funções de um BMS estão delineadas na figura abaixo. Sem equilibrar o conjunto de baterias, a bateria não só corre o risco de danos desnecessários, como também está a funcionar de forma sub-ótima. Como a pior célula está a limitar o desempenho de todas as células do conjunto de baterias, é muito importante evitar grandes diferenças no estado de carga da célula. O custo e complexidade de uma BMS depende da funcionalidade e inteligência incorporadas no sistema de gestão. A estimativa do estado de carga (SOC) é um parâmetro importante para medir com precisão, especialmente se os EV forem integrados com uma rede eléctrica inteligente. Os diferentes métodos de estimativa de SOC são detalhados nos Sistemas de Gestão de Bateria: Indicação exata do estado de carga para aplicações alimentadas por bateria. Como o desempenho das células da bateria varia com a temperatura, é portanto crucial incluir um

sistema de gestão térmica no conjunto de baterias. Isto garante que todas as células são equilibradas eléctrica e termicamente e que a vida útil será prolongada. Os sistemas de gestão térmica podem utilizar ar ou líquido como meio de transferência. Para a integração no veículo, o consumo de energia deve ser baixo e não deve acrescentar muita massa adicional.

A química das baterias de lítio permite frequentemente estruturas de membrana flexíveis, o que torna possível a utilização de sacos selados leves, melhorando a densidade de energia e a energia específica da bateria. Algumas reações químicas indesejadas que ocorrem quando a bateria é maltratada, resultarão em subprodutos gasosos. Isto leva as baterias a tornarem-se "inchadas" ou "semelhantes a balões", o que é um forte indicador de uma bateria falhada. O grande perigo nas baterias de íons de lítio é a acumulação de pressão, que pode levar a uma explosão. O eletrólito orgânico contém hidrocarbonetos químicos inflamáveis, o que leva a um cocktail perigoso em caso de falha da bateria. Isto ilustra porque é que um sistema adequado de gestão de baterias é

crucial para as baterias de íons de lítio. As baterias recarregáveis de íons de lítio são mais sensíveis ao desequilíbrio do que outras substâncias químicas das baterias. Isto deve-se ao facto de as substâncias químicas das baterias de lítio serem mais susceptíveis a danos químicos, como incrustações catódicas, avarias moleculares e substâncias químicas indesejadas de reações laterais. Os danos químicos ocorrem rapidamente nas baterias de íons de lítio quando são aplicadas ligeiras sobretensões ou sobrecorrentes. A acumulação de calor dentro do conjunto de baterias pode acelerar estas reações químicas indesejadas.

É evidente que a BMS, através do equilíbrio, gestão térmica e controlo de voltagem e corrente ajuda a melhorar a vida útil da bateria. Outro fator importante que pode melhorar a duração da bateria é a redução do número de ciclos de carga-descarga e a profundidade máxima de descarga. A bateria não deve ser completamente carregada e descarregada, porque isto é prejudicial à vida útil da bateria. Além disso, alguns fabricantes de EV deixam os seus clientes definir a

percentagem máxima até à qual a bateria deve ser enchida para uso diário, e recomendam uma definição bastante baixa de cerca de 80%, que pode ser aumentada para viagens mais longas. Outra configuração em VE que por vezes está disponível é a opção de limitar a potência de saída do carro. Isto tem o lado negativo de ter uma aceleração mais baixa, mas limita a taxa de descarga da bateria e, portanto, é menos prejudicial para a bateria.

Existe uma grande diferença entre os conversores CC-CC e DC-DC, o conversor CC-CC é o responsável por diminuir ou aumentar a tensão de entrada V_{in} até o nível desejado de tensão em sua saída V_0 , já a fonte DC é diversificado, por exemplo, uma ligação DC chamada “barramento DC de alta tensão” essa saída a partir da DC pode ser ligada a uma bateria, sendo essa uma de vários exemplos.

Podemos compreender que a tensão de saída é inferior à tensão de entrada, isso por que reconhecemos o conversor de corda que pode ser baseada na relação entre a tensão de entrada e saída. O outro conversor está a

aumentar a tensão e é conhecida tecnicamente como “conversor de impulso”.

Os Interruptores eletrônicos fazem parte dos principais materiais utilizados no desenvolvimento de transformadores CC-CC e determinadas características podem incluir muitas das vezes componentes indutivos e capacitivos, naturalmente o conversor de corda se torna um seguidor de todos esses componentes.

3. Como ocorre o carregamento de Veículos elétricos

O método de cobrança mais comum em um veículo elétrico é a carga condutora, uma carga condutora se desloca de forma relativamente livre. Quando tais materiais são carregados em alguma região pequena, a carga distribui-se prontamente sobre toda a superfície do material. Em metais por exemplo, é possível que a carga elétrica seja transportada graças aos sólidos que possuem elétrons livres. O movimento de cargas elétricas nesses determinados materiais (Materiais como cobre, alumínio, ouro e prata são bons condutores), é composto por cargas negativas.

Isolantes não permitem o movimento de cargas elétricas em seu interior. Entretanto, se a tensão elétrica aplicada em suas extremidades for superior à sua rigidez dielétrica, tornar-se-á um condutor, se o condutor for colocado

numa região onde existe campo elétrico, como a nuvem eletrônica tem carga negativa, desloca-se em sentido oposto às linhas de campo. Assim, acumulam-se elétrons num extremo, ficando com excesso de carga negativa, e no extremo oposto aparece uma carga do mesmo valor mas com sinal positivo.

A abordagem de troca de baterias tem aparentemente algumas vantagens em relação a outras tecnologias de carregamento, mas conseguir a aceitação do mercado é um desafio. A exigência de uma interface de bateria padronizada entre vários fabricantes de automóveis e a forma de estimativa do estado de saúde à prova de engano é importante para a monetização da utilização da bateria, sendo esse um dos problemas ao conseguir a aceitação do mercado.

Carregamento AC

O carregamento AC permite que EVs sejam carregados utilizando estações de carregamento AC baratas que alimentam AC diretamente da rede para o carro. A natureza da CA, ou seja, monofásica ou trifásica, nível de voltagem e frequência da rede pode variar de país para país. O carregamento CA utiliza um carregador de bordo para converter a energia CA da rede CA convencional em corrente contínua ou corrente contínua para carregar a bateria de tração. Os automóveis têm uma entrada de veículo normalizada, e um cabo de carregamento é utilizado para ligar o conector do veículo à tomada da infraestrutura da estação de carregamento CA. O carregador de bordo precisa de ser leve (normalmente inferior a 5 kg) e compacto devido à limitação da carga útil permitida e do espaço no EV e no PHEV. O inconveniente deste carregador é a limitação da potência de saída devido às restrições de tamanho e peso.

Carregamento AC: operação

- Quando a estação de carga e o EV são ligados pela primeira vez, o controlador de carga na estação comunica com o EV. As informações relativas à conectividade, condição de falha e limites de corrente são trocadas entre o carregador e o VE.
- Quando a energia CA é fornecida ao EV, o carregador de bordo tem um retificador que converte a energia CA em energia CC. Em seguida, a unidade de controlo de potência ajusta adequadamente a tensão e corrente de um conversor CC/CC para controlar a potência de carga fornecida à bateria.
- A unidade de controlo de potência, por sua vez, recebe entradas do Sistema de Gestão de Bateria ou do BMS para controlar o carregamento da bateria.

- Além disso, existe um circuito de proteção no interior do carregador de bordo. O BMS aciona os circuitos de proteção se os limites de funcionamento da bateria forem excedidos, isolando a bateria, se necessário.

Carregamento inteligente

O carregamento inteligente pode ser definido como "O carregamento inteligente de um VE é quando o ciclo de carregamento pode ser alterado por eventos externos, permitindo hábitos de carregamento adaptativos, proporcionando ao VE a capacidade de se integrar em todo o sistema de energia de uma forma amigável e de fácil utilização" (CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group: Smart Charging of electric vehicles in relation to smart grid, Maio de 2015)

O carregamento inteligente é, portanto, uma série de funcionalidades inteligentes para controlar a potência de

carregamento do EV, a fim de criar um ambiente de carregamento flexível, sustentável, de baixo custo e eficiente.

Vantagens da carga inteligente:

- Pode aumentar a flexibilidade de carregamento através do controlo da potência de carregamento, da duração do tempo de carregamento e da direção do fluxo de potência de carregamento.
- Com a alta flexibilidade de carregamento, as taxas de utilização de cativos fixos como transformadores e linhas eléctricas podem ser mais elevadas, o que também ajuda a reduzir o custo de carregamento EV.
- O carregamento inteligente pode aumentar a eficiência da transferência de energia e ajudar a reduzir o pico da procura na rede de distribuição.
- Os VE podem ser tornados mais sustentáveis através da sua recarga com base na geração solar e eólica. Além disso, a cobrança inteligente pode

fornecer novos fluxos de receitas aos proprietários de VE, como a regulação da frequência e os serviços veículo-a-rede.

Anotar

V2X

A energia da bateria pode fluir do veículo para a rede, para uma casa, para um edifício, para uma carga, etc. e chama-se V2G, V2H, V2B, V2L, respectivamente.

V2x é o termo genérico que é usado para incluir todas essas aplicações.

Principais benefícios da tecnologia V2X:

Permite o armazenamento de eletricidade no automóvel, especialmente a partir de fontes renováveis que conduzem a reduções de emissões.

Ao utilizar a energia armazenada, o pico da procura na rede eléctrica pode ser reduzido.

Os automóveis eléctricos podem agora servir como um componente essencial do

sistema num sistema de fornecimento de energia de emergência.

Serviços auxiliares podem ser oferecidos à rede utilizando um automóvel eléctrico com configuração V2X, proporcionando um fluxo de receitas ao utilizador do EV.

Principais desafios para o V2X:

V2X necessita de carregadores bidireccionais, que são maiores e mais caros do que os carregadores unidireccionais.

A vida útil da bateria no interior do EV é parcialmente reduzida, uma vez que o carregamento bidirecional exige mais ciclos de carregamento, causando degradação adicional.

Os carros eléctricos podem agora servir como um componente essencial de um sistema de alimentação de emergência.

A infraestrutura TIC, o quadro normativo e regulamentar necessário e os incentivos financeiros que são essenciais

para a implementação do V2x estão ainda em desenvolvimento.

Finalmente, é importante notar que atualmente não é possível utilizar carregadores CA devido às limitações tecnológicas. Isto porque é necessário um carregador bidirecional a bordo para veículo a rede, mas a maioria dos EV atuais só têm um carregador unidirecional. Além disso, o V2X requer níveis mais elevados de comunicação entre o EV e o carregador e isto não é cumprido pela simples comunicação PWM nos carregadores CA Tipo 1 e Tipo 2. Assim, os carregadores DC bidirecionais fora de bordo são utilizados para aplicações veículo-a-rede usando um nível mais elevado de comunicação entre o EV e o carregador usando PLC, comunicação por linha de alimentação ou CAN, comunicação por rede de área de controlo.

Pesquisa V2X

V2X tem um grande potencial de apoio à rede como compensação de energia reativa, gestão de congestionamentos, controlo de voltagem e a capacidade de fazer o EV como um armazenamento de energia distribuída para a rede, especialmente para a geração de energia renovável. Por conseguinte, V2X é uma área ativa de investigação a nível mundial. Uma complementação de projetos de investigação de V2X de todo o mundo e os seus principais conhecimentos podem ser encontrados em <https://www.v2g-hub.com>.

Materiais Aeroespaciais

4. Métodos de Fabricação

Para que possamos aprender os métodos e como e fabricado os materiais Aeroespaciais, é importante termos a

curiosidade de sabermos como as coisas funcionam e para isso, o desenvolvimento de diversos questionamentos e hipóteses é o caminho certo para entender o funcionamento de objetos Aeroespaciais. É importante que ocorra em toda pergunta ou hipótese a parte experimental, já que uma hipótese é uma formulação provisória, com intenções de ser posteriormente demonstrada ou verificada, constituindo uma suposição admissível. É a evolução da intuição à teorização e da teoria que levará à prática, a testar as hipóteses firmadas pelo raciocínio dedutivo implícito à teorização, com frequência, e por motivos vários, que segue por vias aparentemente obscuras. Existe outra forma de analisarmos a hipótese, a hipótese pode ser considerada como um instrumento de pesquisa que medeia a teoria e a metodologia. Formulada a partir de uma determinada ambiência

teórica e diante de um problema científico a ser resolvido, a hipótese implica a necessidade de demonstração a partir da metodologia e da pesquisa. Deve-se ter em vista, contudo, que, neste sentido metodológico mais restrito, a hipótese é apenas uma formulação provisória, destinada a colocar a pesquisa em andamento. No decorrer do processo de pesquisa ela pode ser confirmada ou não, o que não desqualifica o papel que terá exercido para impulsionar a pesquisa para a frente. Em verdade, frente à definição moderna de ciência, todas as ideias científicas encontram-se em perpétuo teste.

Existe uma grande diferença entre a resistência e rigidez dos materiais, a resistência de um material é dada em função de seu processo de fabricação e possui esse nome pois é definida como a capacidade do material de resistir a uma força a ele aplicada. São vários os

processos usados para alterar essa resistência, Esses processos incluem:

encruamento

adição de elementos químicos

tratamento térmico

alteração do tamanho dos grãos

É importante frisar que tornar materiais mais fortes pode estar associado a uma deterioração de outras propriedades mecânicas, mesmo o método sendo quantificado e qualificado. A tensão em que nos baseamos é o limite entre o regime elástico e o plástico. Mas para fins de segurança é utilizado um c.s.

(coeficiente de segurança) que faz com que dimensionemos a peça para suportar uma tensão maior que a tensão limite, o dimensionamento de peças, que é o maior objetivo do estudo da resistência

dos materiais, se resume em analisar as forças atuantes na peça, para que a inércia da mesma continue existindo e para que ela suporte os esforços empregados. Para isso é preciso conhecer o limite do material. Isso pode ser obtido através de ensaios que, basicamente, submetem a peça ao esforço que ela deverá sofrer onde será empregada, a condições padrão, para que se possa analisar o seu comportamento.

A rigidez dos materiais é a resistência de um corpo à deformação por uma força aplicada e também é considerada uma qualidade inerente ao material. Por exemplo, Rigidez em um corpo em compressão, o corpo quando tem uma força sendo aplicado a ele, sofre, por menor que seja, uma deformação e a capacidade de resistir a essa deformação é a rigidez. Para calcular a "Rigidez em um corpo em compressão"

$$k=A \bullet E/L$$

Aonde k é a rigidez, A é a área da seção do corpo antes da compressão, E é o módulo de elasticidade e L tamanho do corpo perpendicular a força sendo aplicada. No Sistema Internacional de Unidades, a rigidez é tipicamente medida em newton por metro. Como tanto a força aplicada quanto a deflexão são vetores, no geral seu relacionamento é caracterizado pela matriz de rigidez.

Com o que foi apresentado anteriormente, surge uma pergunta "existe constância no comportamento de materiais?", para uma solução temos a isotropia que é a propriedade que caracteriza as substâncias que possuem as mesmas propriedades físicas independentemente da direção considerada. Os metais geralmente são materiais isotrópicos, ainda que, após serem sujeitos a processos de laminagem ou forja essas propriedades mecânicas passem a ser anisotrópicas. Além da

isotropia, existe também a Anisotropia caracterizada como uma substância possui em que uma certa propriedade física varia com a direção. Por exemplo, a madeira é um exemplo de material anisotrópico com propriedades mecânicas que dependem da disposição das suas fibras. A madeira expande-se ou retrai-se de forma diferente às variações de umidade no ambiente, consoante sejam considerados os sentidos relativos de suas fibras. No sentido longitudinal ao eixo de uma tora, por exemplo, a variação é mínima (0,1%); no sentido tangencial, é máxima (até 10%), e no sentido radial, cerca de 6%.

Temos também o material ortótropo que possuem propriedades materiais em um determinado ponto, que diferem ao longo de três eixos ortogonais mutuamente, onde cada eixo tem simetria rotacional-dupla. São definidos também como um subconjunto de materiais anisotrópicos, pois suas

propriedades mudam quando medidas de diferentes direções. Por exemplo, a madeira pode ser definida em três direções mutuamente perpendiculares em cada ponto em que as propriedades são diferentes. É mais duro (e forte) ao longo do grão, porque a maioria das fibrilas de celulose estão alinhadas dessa forma. É geralmente menos rígido na direção radial (entre os anéis de crescimento), e é intermediário na direção circunferencial. Esta anisotropia foi proporcionada pela evolução, pois melhor permite que a árvore permaneça ereto.

Durante os estudos de fabricação é importante aplicar os conhecimentos de "tenacidade" e "maleabilidade".

tenacidade - É a capacidade de um material absorver energia e deformar permanentemente (plasticamente) sem fraturar.

Segundo a tenacidade, um mineral pode ser:

Friável (frágil, quebradiço): Que pode ser quebrado ou reduzido e ser transformado facilmente em fios. Ex. ouro, prata, cobre.

Flexível: Pode ser dobrado, mas não recupera a forma anterior. Ex: alumínio, talco, gipsita.

Elástica: Pode ser dobrado mas recupera a forma anterior. Ex. micas, borracha.

maleabilidade - É uma propriedade que junto a ductilidade apresentam os corpos ao serem moldados por deformação. A diferença é que a ductibilidade se refere a formação de filamentos e a maleabilidade permite a formação de delgadas lâminas do material sem que este se rompa, tendo em comum que não existe nenhum método para quantificá-los. O elemento conhecido mais maleável é o ouro, que se pode malear até dez milésimos de milímetro de espessura.

Também apresenta esta característica, em menor escala, o alumínio, tendo-se popularizado o papel de alumínio como envoltório conservante para alimentos, assim como na fabricação do Tetra Brik.

Em muitos casos, a maleabilidade de uma substância metálica aumenta com a temperatura. Por isso, os metais são trabalhados mais facilmente a quente. Ele é um material sólido é maleável quando pode ser dobrado sem se romper. São exemplos de materiais maleáveis os papéis, alguns tipos de plásticos , os fios de cobre utilizados em instalações elétricas e alumínio.

5. Estruturas Aeroespaciais

Estruturas Aeroespaciais são desenvolvidos a partir de materiais, temos entender que matérias possuem forma específica sendo ela madeira,

alumínio ou ferro. Na lamina, por exemplo, ela possuem uma característica muito diferente do que somos acostumados a utilizar, embora não específicas. Matérias podem ser utilizados para o desenvolvimento de prédios, pontes casas, carros, foguetes etc. Mas como ocorre o desenvolvimento de materiais para em estruturas ou como entender quando uma estrutura está definitivamente na sua forma final?

É necessário um processo subsequente para fabricar a peça semiacabada num componente ou elemento pronto, quando vários elementos são unidos, obtemos uma estrutura. Os materiais podem se dividir em 4 categorias principais sendo eles:

- metais e suas ligas
- polímeros não reforçados
- cerâmicas

- compósitos

Dois materiais descritos acima são úteis para aplicações estruturais sendo eles as ligas metálicas e os compósitos. Para os polímeros, a força e rigidez não são suficientemente elevadas, e para a cerâmica são muitas vezes demasiado frágeis, carecem de ductilidade.

A impressora 3D é uma ótima ferramenta para o desenvolvimento de estruturas aeroespaciais, também conhecida como "fabricação de aditivos". A fabricação de aditivos é o termo geral para uma série de processos e técnicas que podem ser utilizados para alcançar a parte final. Existem duas técnicas bastante usadas nesse tipo de fabricação:

Extrusão de materiais

Fusão em leito de pó

As estruturas Aeroespaciais são divididas em duas partes (primária e secundária). Elementos estruturais primários, partes portadoras de carga, que em caso de danos graves causarão a falha de toda a aeronave e os elementos estruturais secundários, que apenas transportam cargas aerodinâmicas ou de inércia geradas dentro ou sobre a estrutura. Os principais elementos estruturais de uma aeronave são a asa e a fuselagem. Cada um tem o seu próprio conjunto de sub-elementos que lhe permitem funcionar.

Os principais elementos de uma fuselagem de aeronaves são:

molduras – A sua forma longitudinal é mantida por longarinas, essas são as finas vigas paralelas entre as armações responsáveis por garantir que a aeronave possa ser pressurizada, uma fuselagem

também tem uma antepara, que é a moldura sólida.

antepara – Cada uma das divisões transversais e longitudinais que separam os diversos compartimentos.

reforços – Peça que se junta a outra para torná-la mais forte, melhorando a resistência da Aeronave.

pele – forma o exterior da fuselagem.

Os principais elementos de uma asa de avião são(topologia da asa):

pele – forma o exterior da fuselagem

reforços – Peça que se junta a outra para torná-la mais forte, melhorando a resistência da Aeronave.

spars – têm a função de transportar cargas de flexão na asa. A forma mais comum é uma espécie de viga em I, com a

teia a assumir quaisquer cargas de cisalhamento para evitar deformações diagonais e os flanges a assumirem a dobra. Para permitir a mudança das cargas do vão da asa, são frequentemente cónicas no desenho.

caixa de torção – tem como função principal transportar as cargas de torção. É constituída por duas peças sobressalentes, os painéis de pele da asa endurecida e são selados em ambos os lados por costelas. A introdução do princípio da caixa de torção no desenho da asa permite que a asa funcione como uma estrutura de suporte de carga livre.

costelas – As costelas servem para manter a forma aerodinâmica da asa, introduzir cargas locais na estrutura, introduzir cargas aerodinâmicas e de combustível da pele à estrutura, evitar a encurvadura e selar o depósito de combustível integral.

Outra estrutura que nós temos são as conchas endurecidas, Quando as aeronaves evoluíram de treliças como estrutura de suporte de carga primária para materiais em chapa, surgiu a questão do endurecimento do material em chapa. As conchas endurecidas incluem um tipo de estrutura conhecida como "compostos estruturados por sanduíches", As estruturas em sanduíche têm uma elevada rigidez à flexão e podem sofrer a alugabilidade de água, essa estrutura possui esse nome devido a sua fabricação que anexa duas peles finas, mas rígidas, a um núcleo leve, mas grosso. O material central é normalmente material de baixa resistência, mas sua espessura mais alta fornece ao composto do sanduíche alta rigidez de dobra com baixa densidade geral.

Nessa estrutura também possui a inclusão das espumas estruturadas por células abertas e fechadas como

polietilcloroida polietilfone, poliuretano, espumas de polietileno ou poliestireno, madeira de balsa, espumas sintáticas e favo de mel são materiais essenciais comumente utilizados. Às vezes, a estrutura do favo de mel é preenchida com outras espumas para maior força. A espuma metálica de células abertas e fechadas também pode ser usada como materiais centrais. Entre os tipos de estrutura de sanduíche, temos o material que é um composto metálico, é um tipo de sanduíche formado a partir de duas finas peles de metal ligados a um núcleo plástico em um processo contínuo sob pressão controlada, calor e tensão.

As vantagens das conchas endurecidas são o "fácil de fabricar, barato de unir, não necessita de corda, estrutura lisa, alta rigidez à flexão". Já as suas desvantagens são o "elevado número de peças, interseções com outros elementos estruturais, difícil de reparar, complexa e

dispendiosa de unir, corrosão do metal e de laminação de compósitos".

Dentro das Estruturas Espaciais existem dois grupos: os veículos de lançamento que levam os satélites e outras cargas úteis para o espaço e as estruturas espaciais que realmente operam no espaço.

Os elementos estruturais primários de uma nave espacial dependem do tipo de nave espacial: as plataformas polares têm um cone ou cilindro central de carga e as estruturas de suporte têm uma estrutura de treliça e os elementos estruturais primários de um veículo de lançamento são as carenagens, a estrutura do palco, a estrutura de impulso, e os adaptadores, importante frisar que as carenagens protegem a carga útil contra o ambiente agressivo.

A estrutura cénica é a estrutura de suporte de carga primária aonde os tanques de combustível ou fazem parte da estrutura primária e, por conseguinte, suportam a carga, ou é feita uma distinção com uma estrutura de suporte de carga primária e um tanque de combustível interno separado, já

as estruturas de impulso transferem o impulso do motor para o resto do veículo de lançamento e os adaptadores transferem a carga do veículo de lançamento para a carga útil.

6. Cargas e Estresses

A presença de cargas externas é algo que predomina em estruturas aeroespaciais, Um caminho de carga é um caminho que liga a carga aplicada às forças de equilíbrio nas estruturas. Estas trajectórias são diferentes para cada carga aplicada. Quando aplicamos cargas externas, a nossa estrutura (a trajectória de carga) deforma-se, esta deformação cria tensões "compressão, tensão e tensões de cisalhamento". Um caminho de carga é um caminho para ligar a carga aplicada às forças de equilíbrio nas estruturas, as cargas de um objeto aeroespacial apresenta a distância entre o centro da placa de teia e o centro da secção transversal induzirá a um momento resultante. Este momento é de facto um

momento de torção, que também irá rodar a viga juntamente com a deflexão vertical.

Existem quatro tipos de cargas dominantes após conceber fuselagens de aeronaves, sendo eles:

Cargas de fadiga: tensão

Cargas de fadiga: Cisalhamento

Cargas estáticas no solo

Tolerância a danos

Em relação a dobra de Asa Spars, uma das soluções para limitar a flexão na cauda vertical é utilizar um material de alta rigidez como material de pele da cauda vertical, isso por que a deformação da cauda vertical devido à flexão depende do momento de flexão.

7. Seleção de Materiais Estruturas

As estruturas de engenharia são um compromisso entre o

desempenho/capacidade estrutural e os constrangimentos ao sistema em que estão contidas. Possuindo como função Propriedades dos materiais utilizados na concepção estrutural, Características geométricas e aspectos dimensionais dessa estrutura específica. Isso para além de quaisquer aspectos de fabrico que também devem ser considerados.

Existem algumas etapas com finalidade de comparar várias opções materiais para uma determinada aplicação estrutural, classificando o desempenho relativo de diferentes materiais, essa etapas são:

- Identificação de equações características relevantes relacionadas com o desempenho da geometria idealizada às propriedades materiais e capacidades estruturais.

- Rearranjando as equações características para formar rácios comparando um material com outro em termos de peso, custo, ou outras restrições de concepção.

- Idealizar a estrutura para uma geometria representativa simples (ou seja: uma placa plana para uma pele de asa).

A fim de comparar várias opções de geometria, pode ser tomado um processo semelhante em que a opção material é fixa e a influência da geometria dentro das equações características é explorada. É importante deixar claro me muitas das vezes alguns processos não são perfeitos mesmo assim com tanta dedicação em seu desenvolvimento. Por exemplo, quando é desenvolvido o dimensionamento inicial de uma nave espacial, deve ser seguida uma abordagem simples de dois passos "Tamanho para cargas dinâmicas(As frequências naturais da nave espacial) e verificar se o desenho pode suportar as cargas quase estáticas". Para calcular a frequência natural é utilizado a seguinte formula:

$$f_n = \sqrt{k / m} \div 2\pi$$

Aonde f_n é a frequência natural, k é aonde insere a constante da mola para o sistema

que você está considerando no local e m é a massa.

8. Design, Certificação, Fadiga e Durabilidade

A segurança em aeronaves é algo muito importante a ser incluído mesmo sendo um tema complexo que é difícil de quantificar com precisão. Em termos de concepção estrutural de aeronaves, Segurança Estrutural está relacionada com a falha de um componente que resulta num acidente. Esta distinção entre segurança e segurança estrutural é importante, pois muitos aspectos relacionados com a segurança global de uma aeronave não têm nada a ver com a estrutura em que é composta.

A responsabilidade pela segurança na indústria aeroespacial é partilhada entre três partes.

- As Autoridades de Aeronavegabilidade regulam a segurança através da criação e controlo do cumprimento dos regulamentos de segurança.

- Existem os fabricantes de aeronaves que têm de conceber e fabricar aeronaves que cumpram com os regulamentos.
- Tem os Operadores de Aeronaves que mantêm, inspecionam, e informam sobre questões relacionadas com a segurança.

Todas as três partes trabalham em conjunto para garantir o elevado nível de segurança de que desfrutamos hoje em dia nas viagens aéreas. Em relação aos riscos as consequências e a probabilidade de certos eventos precisam de ser consideradas para definir o risco aceitável.

Para a análise do planeamento estrutural envolvido na criação de qualquer objeto é utilizado a filosofia do design, as três principais filosofias de design que são utilizadas:

Design Safe-Life: Uma filosofia em que a segurança é assegurada através da definição de uma vida segura como o número de voos, aterragens, ou horas de voo em que existe uma baixa probabilidade de a força se degradar abaixo da força residual do desenho.

Fail-Safe Design: Uma filosofia segundo a qual a segurança é assegurada ao tornar uma estrutura suficientemente redundante para que possa manter a sua resistência residual de concepção durante um período de tempo após falha ou falha parcial de um elemento estrutural principal.

Design Tolerante a Danos: Uma filosofia pela qual a segurança é assegurada através da concepção de uma estrutura para suportar cargas de concepção previstas na presença de fadiga, corrosão, ou danos acidentais durante um período de tempo suficiente em que tais danos possam ser detectados e reparados através de inspeções regulares. Para além das próprias filosofias de design, examinámos o processo de seleção de filosofias de design apropriadas e que a sua implementação é apoiada por um esforço significativo de testes que abrange todas as escalas de testes, desde a caracterização do material até aos testes de aeronaves em escala real.

A fadiga é o fenómeno de ruptura progressiva de materiais sujeitos a ciclos

repetidos de tensão (medida de força interna por unidade de área de um corpo deformável em uma superfície imaginária interna ao corpo) ou deformação (qualquer mudança da configuração geométrica do corpo que leve a uma variação da sua forma ou das suas dimensões após a aplicação de uma ação externa, a exemplo de uma tensão ou variação térmica que altere a forma de um corpo), uma forma comum de caracterizar o desempenho de fadiga dos materiais é submetê-los a uma carga cíclica de amplitude constante e traçar o número de ciclos até à falha. No estudo de fadiga devemos incluir as fases da vida e a energia disponível, são três fases da fadiga "fase de iniciação da fenda, fase de crescimento da fenda e o fracasso final", quando se analisa a vida de fadiga global, é dominada pela fase de iniciação da fenda. Já a energia disponível para danos tem a influência do stress médio e/ou do stress de amplitude na vida global de fadiga pode ser melhor compreendida considerando a energia disponível para danos por fadiga (que é proporcional ao trabalho realizado pela carga de fadiga). Aumentar a tensão média mas manter a tensão de amplitude

aumenta a energia disponível para danos por fadiga, e assim encurta a duração da fadiga.

9. Junção de Estruturas e Manufatura

Entre a junção de estruturas, a transmissão de cargas de estrutura para a outra é feita por um fixador mecânico, um fixador mecânico é uma estrutura semelhante a um pino que transmite cargas de uma parte para outra através de um encravamento mecânico. Essa transferência de carga é também a inclusão de cargas secundárias utilizando a junta de cisalhamento de uma só aba como exemplo básico de uma junta mecanicamente fixada, podemos observar diferentes mecanismos de transferência de carga (rolamento, fricção e desvio), bem como cargas secundárias (flexão secundária e interferência). Compreender cada uma destas cargas e o seu efeito no desempenho estrutural é fundamental para a concepção de juntas fixadas mecanicamente.

Um exemplo muito popular que podemos dar de fixador mecânico é o "Rebite", o

Rebite é um fixador mecânico metálico, semipermanente. Antes de sua instalação, consiste num cilindro com uma cabeça em uma das extremidades, similar a um prego ou pino. Sua instalação é feita num orifício pré-perfurado, através do achatamento (deformação por golpes) da ponta, quando a espiga preenche o orifício, prendendo o rebite, expandindo-se até 1,5 vezes o seu diâmetro original e prendendo-o de forma definitiva.

A falha nas juntas mecanicamente fixadas é uma competição complexa entre diferentes modos de falha possíveis. Examinámos os principais modos de falha ilustrados abaixo e analisámos quais as variáveis de desenho que são dominantes em cada modo de falha. O estudo de falhas é um estudo sistemático e estruturado das falhas potenciais que podem ocorrer em qualquer parte de um sistema para determinar o efeito provável de cada uma sobre todas as outras peças do sistema e no provável sucesso operacional, tendo como objetivo melhoramentos no projeto, produto e desenvolvimento do processo. Modo de falha e análise de efeitos "FMEA" (do inglês Failure Mode and Effect Analysis) foi uma

das primeiras técnicas sistemáticas para a análise de falhas.

Algo que não podemos deixar de citar é o Soldadura que é muito usada na junção de estruturas, A soldadura pode ser definida como: o ato de fundir duas partes através da aplicação de calor e/ou força mecânica para fazer fluir os materiais que estão a ser unidos um no outro. Nem todos os materiais podem ser soldados, uma vez que o processo envolve a fusão do material, o que pode ter consequências muito negativas nas propriedades do material. Contudo, existem muitas ligas metálicas e materiais compostos termoplásticos que podem ser soldados (os compostos termoplásticos não são soldáveis).

A manufatura é um sistema de produção cuja técnica de produção ainda é artesanal, porém com organização e divisão do trabalho mais complexa, não identificada no modo artesanal. Exceto em casos específicos nas relações metrópole/colônias, a produção das manufaturas era geralmente voltada a atender o mercado local.

Referências:

GILLESPIE, T.D., "Fundamentals of Vehicle Dynamics", Society of Automotive Engineers, Inc., Nova York, 1992.

"President David V. Ragone". Case Western Reserve University. Retrieved 21 April 2015.

Lee, Sang C.; Woo Young Jung (June 2016). "Analogical understanding of the Ragone plot and a new categorization of energy device". *Energy Procedia*. 88: 526–530. doi:10.1016/j.egypro.2016.06.073

Kiehne, H.A., *Battery Technology Handbook*. 2nd ed. 2003: Marcel Dekker Inc.

Westbrook, M.H., *The Electric Car: Development and future of battery, hybrid and fuel-cell cars*. IEE Power Series no. 38. 2001

Guidi, G., T.M. Undeland, and Y. Hori, Effectiveness of Supercapacitors as Power-Assist in Pure EV Using a Sodium-Nickel Chloride Battery as Main Energy Storage, in EVS24. 2009: Stavanger, Norway

Troltzsch, U., et al., Characterizing Aging Effects of Lithium-Ion Batteries by Impedance Spectroscopy, *Electrochimica Acta* 51, 1667-1672, 2006

Linden, D. and T.B. Reddy, *Handbook of Batteries*. 3rd ed. 2001: McGraw Hill

Pop, V., et al., Battery Management Systems: Accurate State-of-Charge Indication for Battery-Powered Applications. 2008: Springer Science and Business Media

SERWAY, Raymond A.; JEWETT Jr., John W (2008). Princípios de Física. Eletromagnetismo. 3 1 ed. São Paulo: Cengage Learning. p. 679. ISBN 85-221-0414-X

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga (2011). Física. Contexto & Aplicações. 3 1 ed. São Paulo: Scipione. p. 18. ISBN 9788526284647

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga (2011). Física. Contexto & Aplicações. 3 1 ed. São Paulo: Scipione. p. 236. ISBN 9788526284647

"Toughness", NDT Education Resource Center, Brian Larson, editor, 2001–2011, The Collaboration for NDT Education, Iowa State University

Ballester, Rafael (20 de março de 2017). «Propriedades mecânicas» (PDF). USP. Consultado em 1 de agosto de 2020

Flanagan, Jim(2007). "O Reino das Possibilidades de Construção Criado pela MCM e Painéis metálicos isolados". Notícias sobre construção de metal. 28 (10).

Truesdell, C.; Noll, W. (2004). The non-linear field theories of mechanics 3rd ed. [S.l.]: Springer. p. 48

Little, Robert Eugene; Statistical design of fatigue experiments

«Arquivos tipos de rebites». Or Brasil. Consultado em 11 de março de 2021

Fern, por Paulo; Maciel, es (18 de setembro de 2019). «Tipos de rebites | como determinar as dimensões dos materiais de fixação - OverBR». Consultado em 11 de março de 2021

«Site da Soldagem». Consultado em Abril de 2021

Henrique, Silva, Maciel (2008). Dicionário de conceitos históricos. [S.l.]: Contexto. ISBN 9788572442985. OCLC 457523004

Lopes, Teixeira, Maria Tereza; Marcos, Penchel, (2009). A era das revoluções : Europa, 1789-1848. [S.l.]: Paz e Terra. ISBN 9788577530991. OCLC 457577963