

ANEXO 12- TIPOS DE ACUMULADORES

Conteúdo

1	Tipos de Acumuladores.....	183
1.1	Acumuladores Ácido chumbo	184
1.1.1	Manutenção e Vida dos Acumuladores.....	184
1.1.2	Carregamento de acumuladores.....	185
1.1.3	Resumo.....	185
1.2	Acumuladores baseados no sódio.....	185
1.3	Acumuladores de sódio enxofre	185
1.4	Acumuladores em destaque	186
1.4.1	Acumuladores de Níquel.....	186
1.4.2	Acumuladores de Níquel Cádmio.....	186
1.4.3	Acumuladores de Hidretos metálicos	187
1.4.4	Acumuladores de lítio	187
1.4.5	Acumuladores de nano titanato.....	193
2	Obras Citadas	194

1 Tipos de Acumuladores

Aqui é feita uma descrição dos vários tipos de baterias com especial ênfase nos dois principais tipos de acumuladores, os acumuladores de NiMH e os acumuladores de íons de lítio.

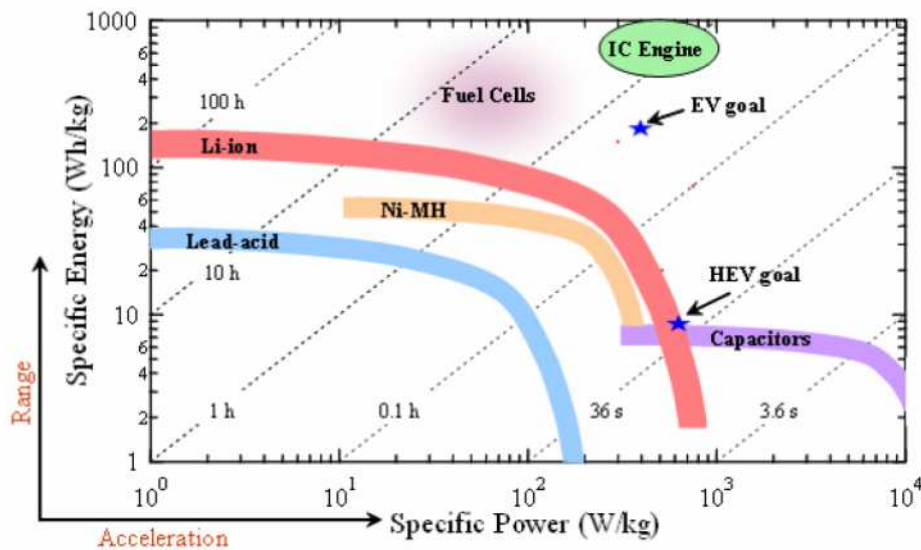


Ilustração 1- Característica de diferentes tipos de acumuladores (1)

A ilustração 1 apresenta o estado de desenvolvimento dos acumuladores. Estando indicados os objectivos para os EV e HEV.

1.1 Acumuladores Ácido Chumbo

Este é um tipo de acumuladores mais conhecido e usado nos veículos eléctricos. Dentro dos acumuladores ácidos existem os acumuladores fluidos, de gel e AGM.

Nos acumuladores fluidos os “Deep – cycle” são os acumuladores que se destacam, pelo facto de a sua concepção permitir a utilização de uma pequena quantidade de energia durante um grande período de tempo, no entanto tem grandes custos de produção.

Uma das melhores características deste tipo de acumuladores é a baixa resistência interna, com uma vida a rodar os 800 ciclos e com uma energia específica de 20 a 35 Wh.kg-1

O chumbo em contacto com o ácido, não é muito estável, porque vai se decompondo ao longo do tempo (self-discharge of the battery).

Este fenómeno está dependente da temperatura dos elementos, tendo uma rápida degradação a altas temperaturas.

1.1.1 Manutenção e Vida dos Acumuladores.

Nos acumuladores tradicionais de ácido, é necessário, durante determinados períodos realizar adição de ácido, mas os acumuladores modernos estão selados para não existir perda de electrólito, neste caso o electrólito passa a ser Gel sendo quase nula a perda.

Contudo o acumulador não está completamente selado, existe uma válvula para libertar o gás gerado no mesmo. Esta válvula é um requisito de segurança importante.

Muitos factores diminuem a vida dos acumuladores, um deles é a sulfatação. Isto ocorre quando a bateria está completamente descarregada durante um período de duas ou mais semanas. O sulfato de chumbo forma grandes cristais nos eléctrodos, que dificultam a transformação de chumbo em dióxido de chumbo, dificultando a produção de energia eléctrica.

Existe também, corrosão nos eléctrodos do acumulador, que aumenta a resistência interna da mesma. O efeito da vibração, e a variação de dimensão dos materiais em períodos de carga e descarga vão lentamente degradando-os.

Todos estes problemas limitam a vida da bateria a 700 ciclos durante 5 anos nos automóveis.(2)

1.1.2 Carregamento de acumuladores

O carregamento dos acumuladores de ácido é um procedimento complexo, se não for cumprido, poderá arruinar os elementos.

A técnica mais usada, é chamada “Multiple Step Charging”, é aplicada corrente até os elementos atingirem um determinado nível de carga e depois desliga-se da corrente, e repete-se o procedimento sucessivamente até o acumulador atingir a carga final.

1.1.3 Resumo

Estes são os acumuladores mais baratos por quilowatt-hora de carga, têm baixa energia mássica, poderá ser usada por pequenos veículos para pequenos trajectos.

1.2 Acumuladores baseados no sódio

Estes acumuladores, trabalham a altas temperaturas. Pelo facto de trabalharem a altas temperaturas, não são aplicáveis a pequenos veículos como ciclomotores e bicicletas, mas sim em automóveis ligeiros e pesados. (2)

1.3 Acumuladores de sódio enxofre

Estes acumuladores têm elevada energia específica, 6 vezes mais que as de ácido, mas pelo facto de existirem necessidades de insuflação de ar, terão de ser grandes acumuladores. O sistema de insuflação e gestão de arrefecimento tem de ser cuidadosamente estudado. (2)

1.4 Acumuladores em destaque

1.4.1 Acumuladores de Níquel

Existem vários acumuladores de Níquel, as acumuladores de Ferro Níquel, Zinco Níquel, Níquel cádmio e as de Níquel de Hidretos Metálicos (Ni-MH), que é a tecnologia que se tem apostado mais.

Os acumuladores de Níquel Cádmio têm duas vezes mais energia específica que os acumuladores de ácido, têm uma vida superior a 2500 ciclos, e podem operar de 40°C a 80°C, tem baixa auto descarga e bom armazenamento em longos períodos, porque têm um sistema muito estável. Por outro lado, cada célula só opera a 1,2 V, isto explica o elevado custo comparativamente aos acumuladores de Ácido. Para se obter 12 V são necessários 10 elementos e na de ácido são só necessárias 6. O seu custo poderá ser 3 vezes o das baterias de ácido.

Outros problemas são o custo do cádmio e este ser um material nocivo que pode provocar problemas cancerígenos.

Outras vantagens poderão ser a velocidade de carregamento, e de uma maior capacidade de armazenamento que as Níquel Cádmio, com pouco aumento de custos. Relativamente às auto-descargas é pior que a anterior.

Estes acumuladores têm sido usados em veículos híbridos.

1.4.2 Acumuladores de Níquel Cádmio

Relativamente aos acumuladores de Nicad, é uma tecnologia já muito desenvolvida, que têm um densidade de energia aproximadamente de 50 Wh/kg, tem a possibilidade de realizar mais de 2000 ciclos e pode funcionar cerca de 10 anos.

A construção destes acumuladores é robusta, o que as torna seguras para a utilização em grande parte das aplicações.

Estes acumuladores têm um custo relativamente elevado, só existe produção de baterias de grandes dimensões.

1.4.3 Acumuladores de Hidretos metálicos



Ilustração 2- Bateria NiMH(3)

Este tipo de acumuladores tem características semelhantes à anterior, mas com um incremento de energia mássica para os 75 Wh/kg. Apresenta custos de material superiores e não é fácil a sua reciclagem. Foi um acumuladores utilizada em muitos veículos, desde o General Motors EV1, Honda EV Plus, Ford Ranger EV e Vectrix scooter, Veículos híbridos como o Toyota Prius , Honda Insight, Ford Escape Hybrid, e Honda Civic Híbrido.

O Acumulador (Ni-MH), tem boas performances, nesta bateria o eléctrodo negativo o hidrogénio absorvido pelo hidreto metálico é utilizado para a reacção.

1.4.4 Acumuladores de lítio

Este género de acumulador, oferece uma grande densidade de energia, comparadas com os outros acumuladores.

No mercado de acumuladores, perspectiva-se a utilização deste tipo de acumuladores em larga escala.

Estas têm melhores características que as anteriormente analisadas, porque têm melhor energia específica.

Prevê-se que com o aumento de produção os custos associados a estes acumuladores se reduzam. (2)

1.4.4.1 Acumuladores de Iões de lítio

Os objectivos no desenvolvimento de acumuladores de iões de lítio para a indústria automóvel consistem no desenvolvimento de novos materiais que continuem a oferecer boas performances, boas propriedades energéticas com redução de custos, melhoria de segurança e soluções para os problemas de durabilidade existentes.(4)

Neste tipo de acumuladores, é necessária uma elevada precisão de controlo de tensão, quando se carrega os elementos. Se a tensão for muito alta poderá danificar os acumuladores, muito baixa poderá não carregar o acumulador.

Tendo uma energia específica três vezes superior aos acumuladores de ácido, poderá dar aos automóveis grandes autonomias, contudo grandes acumuladores têm elevados custos associados.

Este tipo de acumulador já está a ser usado em alguns veículos, como por exemplo no Mini BEV.

Elementos de lítio que usam metal de lítio têm varias desvantagens quando usadas como fontes secundárias (recarregáveis). Por esta razão várias baterias químicas foram desenvolvidas usando compostos de lítio em vez do metal de lítio. São genericamente designadas por acumuladores de iões de lítio. (2)

A composição química dominante nestes acumuladores é a seguinte: cátodo LiCo_2 , ânodo de grafite e o electrolítico de LiPF_6 .

Esta composição é considerada instável para a utilização na indústria automóvel, por questões de segurança, ciclo de vida e custos de utilização em vida útil.

Os elementos deste tipo de acumuladores têm melhor potência e energia específica pelo facto de funcionarem a uma tensão superior. Sendo que os elementos de NIMH funcional a 1,2 V e as de iões de lítio funcional com tensões de 3,3 a 4,3 V

Sabendo que os acumuladores NiMH estão praticamente no seu limite de potência (estimada nos 75 Wh/kg), as baterias de iões de lítio ainda estão no inicio de desenvolvimento sendo que poderão atingir os 300 Wh/kg em pouco tempo. (1)

Recentemente existiram desenvolvimentos no campo das nano fibras de carbono. Estas são cobertas com silício usando a deposição química, criando eléctrodos mais leves e com maior capacidade de armazenamento de energia (5)-

Esta tecnologia foi apresentada pelo professor “Yi Cui” em 2007, quando verificaram que o uso de nano fios de silício nos eléctrodos nos acumuladores de lítio permitia que essas baterias armazenassem até 10 vezes mais carga que as tradicionais.

Inicialmente, os investigadores tinham substituído o carbono por nano fios de silício enquanto são necessários seis átomos de carbono para reter os iões de lítio, o mesmo trabalho pode ser feito com quatro átomos de silício.

O problema é que os nano fios de silícios não apresentaram a durabilidade esperada.

Usando nano fibras de carbono como elemento de sustentação e revestindo-as com átomos de silício, a estabilidade das fibras de carbono permitiu que usassem a capacidade máxima dos átomos de silício para reter iões de lítio.

Os resultados foram excelentes, o volume das nano fibras de carbono significa que os novos eléctrodos não conseguirão atingir a capacidade medida anteriormente, 10 vezes superior, ainda assim, a marca alcançada, de 6 vezes mais energia do que as baterias actuais, é altamente promissora.

Usar nano estruturas oferece melhor segurança química, elevada estabilidade e elevada capacidade de carga. (1)

Ainda está por responder se é viável produzir ou não estruturas em grandes volumes de produção, e quais os seu custos associados.(1)

Tabela 1-Problemas encontrados nos acumuladores de iões de lítio (2)

	Problemas	Estratégias
Segurança	<ol style="list-style-type: none">1. Eléctrodos inflamáveis2. Óxidos metálicos instáveis3. Acumulação de Lítio nos ânodos	<ol style="list-style-type: none">1. Eléctrodos não inflamáveis2. Construção das células
Custo	<ol style="list-style-type: none">1. Baixo volume de produção2. Materiais dispendiosos3. Controlos dispendiosos	<ol style="list-style-type: none">1. Aumento do volume de produção2. Materiais mais baratos
Calendário e ciclo de Vida	<ol style="list-style-type: none">1. Reacções laterais entre electrólito e eléctrodos2. Deformação do ânodo	<ol style="list-style-type: none">1. Eléctrodos não reactivos2. Estrutura estável3. Controlo
Estabilidade de potência e Energia	<ol style="list-style-type: none">1. Capacidade dos materiais2. Relação entre potencia e energia	<ol style="list-style-type: none">1. Nano estrutura em eléctrodos2. Materiais com elevada capacidade

A tabela anterior sumaria os problemas encontrados nano acumuladores de Iões de Lítio. O desenvolvimento desta bateria está focado no aparecimento de novos materiais.

1.4.4.1.1 Segurança

Uns dos principais problemas nas baterias são os problemas associados a sobrecargas e aquecimentos que podem provocar incêndios.

Isto acontece porque nestas condições o óxido metálico do cátodo torna-se instável e reage com o oxigénio, podendo iniciar uma ignição do electrólito e do lítio depositado no ânodo.

Para garantir a segurança, terão de ser usados materiais estáveis, e um sistema exterior que controle a falhas.

1.4.4.1.2 Calendário e ciclo de vida

Os elementos de iões de lítio tendem a perder capacidade e potência ao longo do tempo de uso.(1)

Os elementos actuais conseguem aproximar-se do requisito mínimo de ciclo de vida para a indústria automóvel. Algumas conseguem ter mais de 1000 ciclos de descarga em BEV e mais de 150 000 em HEV. Mas estes resultados só são obtidos em condições ideais de funcionamento.

Segundo este artigo (1) o objectivo será desenvolver células que possam resistir a ciclos de carga e descarga repetidos, aumentar a vida útil e adequar as baterias às condições ideais de funcionamento. Estas condições incluem temperaturas extremas, funcionamento com elevada e baixa carga.

O ciclo é limitado pelas reacções entre os eléctrodos e o electrolítico, em particular com elevadas temperaturas. Existindo a degradação dos eléctrodos consequentemente diminuindo a capacidade de carga e a potência ao longo do tempo.

Isto acontece quando existe deposição de lítio nos ânodos, aumentando a impedância (reduzindo a superfície do eléctrodo) e reduzindo a capacidade. Também existe a deformação da estrutura cristalina do ânodo com os ciclos repetido a que está sujeita numa normal utilização.

Estes problemas são particularmente agravados quando os acumuladores se encontram nos limites de carga. Sendo que a elevada carga degrada o ânodo pelo facto de exceder a sua capacidade nominal, e perante baixa carga existe a deformação da sua estrutura cristalina.

1.4.4.1.3 Energia mássica e Potência mássica

A capacidade e potência das baterias são dependentes das propriedades dos materiais e do design dos elementos. Estas características condicionam a capacidade e performance dos acumuladores.

O design actual de acumuladores consiste em aumentar as performances usando eléctrodos finos, que podem rapidamente trocar iões e electrões.

Para obter maior capacidade de carga, são utilizados eléctrodos mais espessos que armazenam e trocam uma maior quantidade electrões.

Ou seja para existir boas performances terão de ser sacrificadas as capacidades das baterias e vice-versa.

O desenvolvimento de nano estruturas veio mudar este paradigma, porque esta tecnologia oferece a possibilidade de simultaneamente otimizar potência e energia, pelo facto de ter uma fina película que permite elevadas taxas de troca de electrões, e grandes áreas superficiais que permite obter alta capacidade.

Segundo este artigo (1) é previsto um aumento de 3,5 % de capacidade dos acumuladores, passando a capacidade dos acumuladores de 120-180 Wh/kg para os 300 wh/kg.

O mercado necessita de baterias de elevada potência específica e elevada energia, para responder as necessidades dos consumidores.

Um dos pontos importantes para um veículo com boas performances é a relação entre a potência específica e o peso. (2)

Em seguida é apresentada uma tabela onde apresenta uma aproximação do peso de acumuladores para diferentes autonomias.

Energy (kWh)	~Range (Mi)	Specific Energy (Wh/kg)				
		100	120	150	200	300
2	0 (HEV)	20	17	13	10	7
5	10	50	42	33	25	17
10	30	100	83	67	50	33
20	60	200	167	133	100	67
30	100	300	250	200	150	100
50	200	500	417	333	250	167

Ilustração 3- Peso de acumuladores para diferentes autonomias (1)

1.4.5 Acumuladores de nano titanato

A “Altair Nanotecnologias” desenvolveu os acumuladores de nano titanato. Os acumuladores de iões de lítio utilizam grafite no ânodo, esta empresa substituiu a grafite por nano titanato usando a tecnologia de nanoescópica, esta alteração aumenta o ciclo de utilização.

De todos os acumuladores referidas anteriormente, acumuladores de lítio são os mais leves e os que apresentam maior capacidade energética. Para a construção de acumuladores de nano titanato substituímos o carvão ou a grafite, dos acumuladores de lítio, por materiais de nano titanato, usando tecnologia nanoescópica, conforme já foi referido anteriormente.

Acumuladores de lítio não podem ser carregados a temperaturas inferiores a 0°C, isto porque a esta temperatura se forma electrólito sólido na membrana dos elementos. Nos acumuladores de nano titanato a eléctrodo é feito de nanomaterias o que impede a formação de electrólito sólido.

O tempo de carga e descarga dos acumuladores de lítio é lento devido à grande distância que os iões de lítio têm de percorrer através do eléctrodo assim como a sua baixa velocidade durante o percurso. Nos acumuladores de nano titanato o eléctrodo é constituído por partículas não estruturadas o que encurta a distância dentro do eléctrodo, acelerando a carga e descarga.

De todos os inconvenientes que os acumuladores de lítio apresentam, a segurança, o tempo descarregamento, a potência entregada e a limitação de operação a temperaturas extremas são as mais gravosas para o uso em sistemas de tracção.

Sendo assim os acumuladores de nano titanato surge-nos como um acumuladores de longa duração (aproximadamente 20 anos), de carregamento rápido (na ordem dos minutos), segura (consegue suportar 240°C sem explodir), com operatividade desde os -50°C até aos 75°C e de elevada potência. As características técnicas conhecidas desta bateria encontram-se na tabela 01 ANEXO 09, onde estão as características dos diferentes tipos de acumuladores utilizados em simulação.

2 Obras Citadas

1. **Mendonça, Paulo Filipe Ferreira.** Concepção e Requisitos de um Sistema de Recarregamento de um Veículo Eléctrico. Abril de 2008.
2. **Explained, Electric Vehicle Technology.** *James Larminie.* England : John wiley e Sons, LDA, 2003.
3. **Toyota.** TOYOTA HYBRID SYSTEM. 04 de 2003.
4. **Leon, Dr. Aline.** *Hydrogen Technology.* s.l. : Springer, 2008.
5. **tecnologica, Inovação.** Inovação tecnologica. *Inovação tecnologica.* [Online] 07 de 10 de 2010. [Citação: 07 de 10 de 2009.]
[http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/meta.php?meta=Tecnologia Automotiva.](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/meta.php?meta=Tecnologia%20Automotiva)