




1


**AEA**  
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

**Objetivos**  
Os participantes estarão aptos a:

- ▶ Argumentar sobre o panorama atual da matriz energética brasileira e o paralelo entre à situação energética com à necessidade de utilização de veículos mais eficientes.
- ▶ Explicar as atuais tendências e as perspectivas dos veículos híbridos e elétricos para os próximos anos
- ▶ Identificar e diferenciar as principais características técnicas dos veículos híbridos e elétricos
- ▶ Diferenciar as vantagens e desvantagens dos HEV e EV
- ▶ Calcular o grau de hibridização
- ▶ E também a responder questões referentes à infraestrutura necessária para a implementação dos veículos híbridos e elétricos.



2




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva


### Conteúdo

#### Agenda

- ▶ Cenário atual da matriz energética brasileira e mundial
- ▶ Meio ambiente
- ▶ MCI – Emissões, downsizing e tendências
- ▶ Por que eletrificar?
- ▶ Requisitos para eletrificação do automóvel
- ▶ Sistemas de armazenamento de energia e motores elétricos
- ▶ Arquiteturas de propulsão com motorização elétrica
- ▶ Exemplos de Tecnologias em EV e HEVs no mercado automotivo
- ▶ Grau de hibridização
- ▶ Características, vantagens e desvantagens dos EV e HEV
- ▶ Infraestrutura necessária para lançamento de veículos elétricos
- ▶ Tendências tecnológicas para veículos híbridos e elétricos



3



Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Matriz energética

#### Brasileira – Resenha energética MME 2015

- ▶ Matriz energética baseada na geração hidráulica
- ▶ Supremacia do uso de energias renováveis em relação ao resto do mundo.

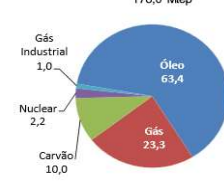
**Renováveis: supremacia da proporção das renováveis na matriz energética do Brasil**

	Brasil	OCDE	Mundo
Renováveis (%)	41,2	9,4	14,3


← 2015%

**Figura 1: Oferta Interna de Energia no Brasil – 2015 (%)**

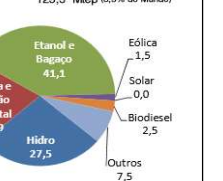
**Não-Renováveis**  
176,0 Mtep



**Total**  
299,2 Mtep (2,2% do Mundo)




**Renováveis**  
123,3 Mtep (6,3% do Mundo)



Renováveis: Mundo (14,2%) e OCDE (9,4%)

Fonte: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br) – Resenha Energética



4



## Matriz energética

Mundo – Resenha energética MME 2015

Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### ► Oferta de geração

Fonte	Oferta Interna de Energia no Brasil e Mundo (% e tep)							
	Brasil		OCDE		Outros		Mundo	
	1973	2015	1973	2015	1973	2015	1973	2015
Óleo	45,6	37,3	52,6	35,8	29,9	24,1	46,1	30,8
Gás natural	0,4	13,7	18,9	25,2	12,9	20,2	16,0	21,4
Carvão	3,2	5,9	22,6	19,0	31,1	36,7	24,6	28,4
Urânio	0	1,3	1,3	10,0	0,2	1,8	0,9	4,9
Hidro	6,1	11,3	2,1	2,3	1,2	2,6	1,8	2,6
Outras não-renováveis	0	0,6	0	0,5	0	0,1	0	0,3
Outras renováveis	44,8	29,9	2,5	7,2	24,7	14,4	10,6	11,6
Biomassa sólida	44,3	22,9	2,4	4,2	24,7	13,0	10,5	9,5
Biomassa líquida	0,5	6,3	0	0,93	0	0,13	0	0,57
Eólica	0	0,62	0	0,88	0	0,28	0	0,51
Solar	0	0,0005	0	0,52	0	0,58	0	0,53
Geotérmica	0	0	0,16	0,66	0	0,44	0,1	0,51
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
dos quais renováveis	50,8	41,2	4,6	9,4	26,0	17,1	12,5	14,3
<b>Total - milhões tep</b>	<b>82</b>	<b>299</b>	<b>3.741</b>	<b>5.185</b>	<b>2.105</b>	<b>7.814</b>	<b>6.109</b>	<b>13.653</b>
% do mundo	1,3	2,2	61,2	38,0	34,5	57,2		

Notas: a) estimativas NDE/MME para o último ano, a exceção do Brasil; b) somente o Mundo inclui bunker: 2,6% da OIE em 2015; c) carvão inclui gases da indústria siderúrgica

Fonte: [www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br) – Resenha Energética





### Tendências do mercado

- ▶ Urbanização
  - ▶ Desenvolvimento de tecnologias que otimizem o uso urbano dos veículos
  - ▶ Smart City
  - ▶ Piloted parking cars
  - ▶ Car pooling
  - ▶ Preparação da mobilidade urbana para o futuro



Associação Brasileira de Engenharia Automotiva









7

### Tendências do mercado

- ▶ Sustentabilidade
  - ▶ Híbridos e elétricos



Associação Brasileira de Engenharia Automotiva
















8

**AEA**  
Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

### Tendências do mercado

- ▶ Digitalização
  - ▶ Connected Car
  - ▶ Smart Data Analytics

9

**AEA**  
Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

### Ciclo Otto - Eficiência


- ▶ Ciclo Otto tem seu rendimento limitado pela 2ª Lei da Termodinâmica (perdas) como toda máquina térmica – Enunciado de Kelvin-Planck
- ▶ Em comparação com o ciclo ideal de Carnot para máquinas térmicas sem perdas ainda é possível melhorar o rendimento dos MCI (Atualmente ~30%).
- ▶ Melhoria do rendimento não será suficiente para suprimir a redução na disponibilidade de petróleo mas seu real impacto será nas emissões de gases nocivos
- ▶ A associação do MCI com o Motor elétrico é atualmente a melhor alternativa para otimizar a eficiência dos conjuntos de propulsão

Ciclo de Carnot


<http://www.mspc.eng.br/termo/termo0510.shtml>

Evolução da Eficiência do Motor Otto

<http://ecen.com/content/eee7/proenes.htm>




10




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Atividade - Combustão

- ▶ Escrevam nos cartões quais os compostos químicos da admissão e do escapamento dos MCIs (Ciclo Otto) convencionais.
  
- ▶ 1 composto químico por cartão (Exemplo: Água, escrever H<sub>2</sub>O);
- ▶ Admitir compostos da combustão perfeita e imperfeita;
- ▶ Cartões Brancos gases de entrada no motor;
- ▶ Cartões Vermelhos gases de saída pelo escapamento;

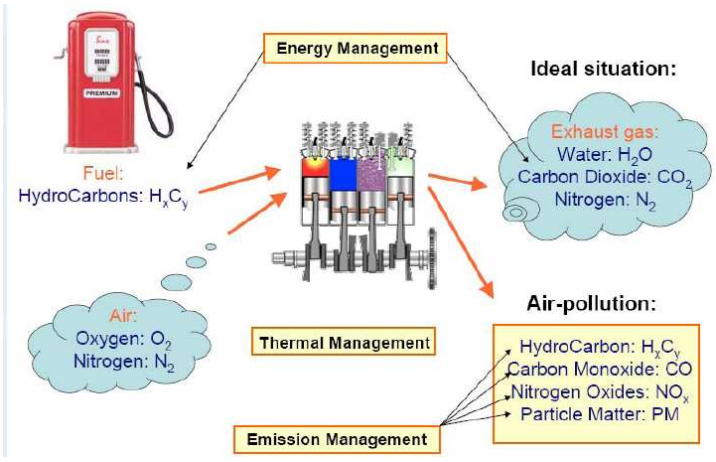



11




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Emissões MCI





12

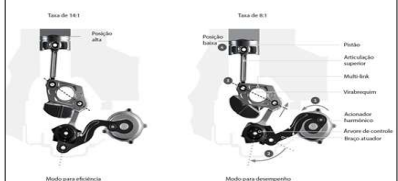


**Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva**

### Ciclo Atkinson

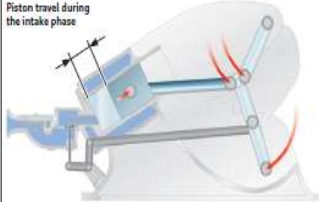
- ▶ Ciclo Otto otimizado
- ▶ Tempo de admissão mais curto
- ▶ Taxa de expansão diferente da taxa de compressão
- ▶ Complexidade do Virabrequim
- ▶ Torque prejudicado em baixas rotações
- ▶ Menor consumo

**Taxa de compressão variável – Nissan/Infinity**

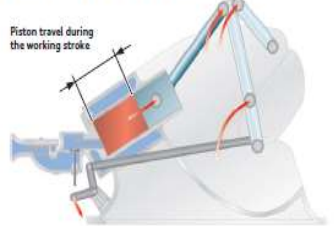


Fonte: <http://bestcars.uol.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Infiniti-VCT-02.jpg>


**Piston at bottom dead centre (BDC) between intake and compression cycles**




**Piston at bottom dead centre (BDC) between working and exhaust cycles**



Fonte: SSP 645 – Audi 2,0l TFSI engines EA888



13




**Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva**

### Ciclo Miller e Ciclo B

- ▶ O ciclo Miller é derivado do Ciclo Atkinson, sem alterações na geometria do virabrequim onde durante a compressão a válvula de admissão permanece aberta por um período + sobrealimentação
- ▶ Ciclo B alteração do mapa de injeção e do volume de admissão em função da necessidade
- ▶ Sistema de dupla injeção – Direta e Indireta
- ▶ Tempo de admissão mais curto
- ▶ Taxa de expansão diferente da taxa de compressão
- ▶ Menor consumo e emissões
- ▶ Em função da carga solicitada o sistema manipula a admissão dos gases por meio da comutação entre cames no eixo do comando de válvulas assim como alterna os modos de injeção

**All partake load**


- High boost, compression
- Intake valve closing delay
- Direct valve opening times
- Very low exhaust emissions



Late valve lift ensures reduced direct fuel cooling losses. The result is a smaller combustion chamber.

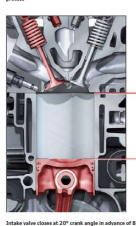
**All partake torque**

- Retarded intake valve closing
- Long intake opening time
- High torque
- High power output




The full valve stroke allows the full intake valve opening. The result is a larger opening duration.

**Third-generation 2.0l TFSI engine with conventional combustion process**

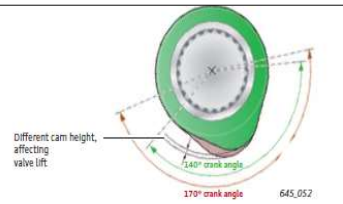


Intake valve closes at 20° crank angle in advance of BDC.

**Third-generation 2.0l TFSI engine with new combustion process (B cycle)**



Intake valve closes at 70° crank angle in advance of BDC.



Different cam height, affecting valve lift.


140° crank angle      170° crank angle      645\_052

Fonte: SSP 645 – Audi 2,0l TFSI engines EA888



14





**Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva**

### Potência e torque

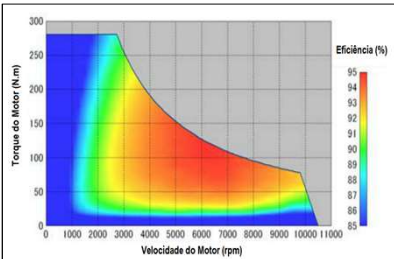
#### Gráficos - Híbridos x Elétricos

**Potência x Torque – 100% Elétrico**

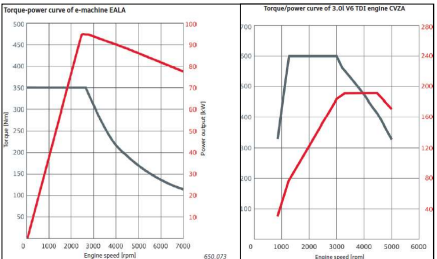
- ▶ Motores elétricos tem maior torque em baixas rotações;
- ▶ Torque instantâneo melhor, retomada de velocidade
- ▶ Em altas rotações o torque cai gradualmente – característica dos motores elétricos;

**Potência x Torque – Híbrido**


- ▶ O torque e a potência do conjunto, motor elétrico e MCI não pode ser obtidos por uma soma simples
- ▶ As especificações de potência e torque tem que respeitar as faixas de rotação em que cada componente trabalha




Fonte: <http://automoveiseletricos.blogspot.com.br/2012/07/sistema-de-transmissao-de-um-ev-nissan.html>



Fonte: SSP 650 Q7 Etron



16



**Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva**

### Visão histórica

- 1830's
  - Battery electric vehicle invented by Thomas Davenport, Robert Anderson, others - using non-rechargeable batteries
  - Davenport's car holds all vehicle land speed records until ~1900
- 1890's
  - EV's outsold gas cars 10 to 1, Oldsmobile and Studebaker started as EV companies
- 1904
  - First speeding ticket, issued to driver of an EV
  - Krieger Company builds first hybrid vehicle
- 1910's
  - Mass-produced Ford cars undercut hand-built EV's
  - EV's persist as status symbols and utility vehicles until Great Depression

Source: <http://www.eaev.org/history/index.html>

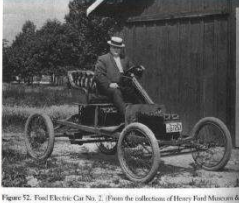




Figure 12: Ford Electric Car No. 2. (From the collection of Henry Ford Museum & Greenfield Village; rep. 188, 72082)



Detroit Electric



Fonte: SAE Electric and Hybrid Vehicles

17



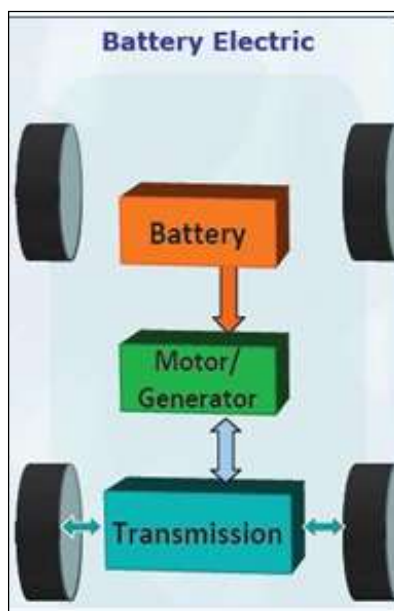
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

**Arquitetura de propulsão**  
**Veículos Puramente Elétricos**






### Arquitetura da propulsão Elétrica










Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Exemplo de Veículo Elétrico – I3

<p><b>Desempenho</b></p> <p>De 190 km até 340 km (autonomia estendida)          Velocidade de até 150 km/h          Potência máx: Elétrico 125 kW (170 cv)          Torque máx: 25,5 mkgf          Massa: 1 270kg (1 390 kg com extensor de autonomia)</p>	
<p><b>Motor + Bateria</b></p> <p>Motor elétrico: 125 kW (170 cv)          Baterias: 22 kWh (opcional bat. extender) / 33 kWh ion lítio (300 km autonomia)          Carregador: Adaptável monofásico - trifásico de 2 a 43 W          MCI (opcional): 620 cm<sup>3</sup> somente como gerador/extensor de autonomia</p>	<p><b>Freios</b></p> <p>Freios a disco ventilados          Freios Regenerativo          ABS          Electronic Brake force Distribution (EBD)</p>





22




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Exemplo de Veículo Elétrico - Zoe

<p><b>Desempenho</b></p> <p>Até 240 km (NEDC) de autonomia          Velocidade de até 140 km/h          Potência máx: Elétrico 95cv / 70 kW          Torque máx: 220 Nm          Massa: 1 468 kg</p>	
<p><b>Motor + Bateria</b></p> <p>Motor: 65kW (88cv) síncrono com rotor bobinado          Baterias: 22 kWh ion lítio          Carregador: Adaptável monofásico - trifásico de 2 a 43 W</p>	<p><b>Freios</b></p> <p>Freios a disco ventilados dianteira e tambores traseira          Freios Regenerativo          ABS          Electronic Brake force Distribution (EBD)</p>

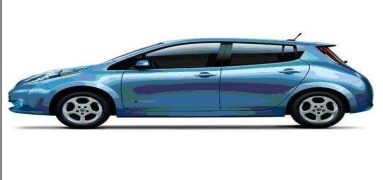



23



Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Exemplo de Veículo Elétrico - Leaf

<p><b>Desempenho</b></p> <p>100 milhas ou 160 km/carga - US EPA LA4 City cycle          Velocidade de até 90 mph (aprox. 145 km/h)          Potência máx: aprox. 107 hp          Torque máx: 28,4 kgf.m (quase instantâneo)          Massa: 1.450 kg</p>	
<p><b>Motor + Bateria</b></p> <p>80 kW AC motor síncrono          24 kWh bateria lítio-ion          3.3 kW Onboard Charger          120 V Portable trickle charging cable          240 V Home charging dock          50kW DC Fast Charging Port (Opcional)</p>	<p><b>Freios</b></p> <p>Freios a disco ventilados          Freios Regenerativo          ABS          Electronic Brake force Distribution (EBD)          Brake Assist (BA)          Electronic parking brake</p>



24



Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Veículo 100% Elétrico




Front mount  
high response  
motor and  
inverter

Motor

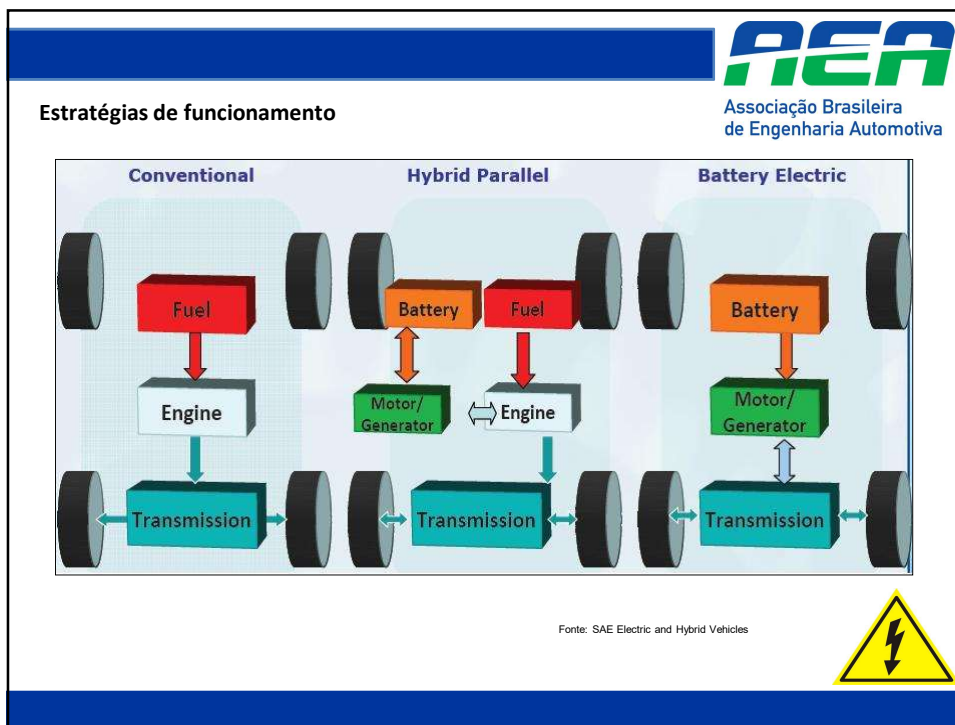
Inverter



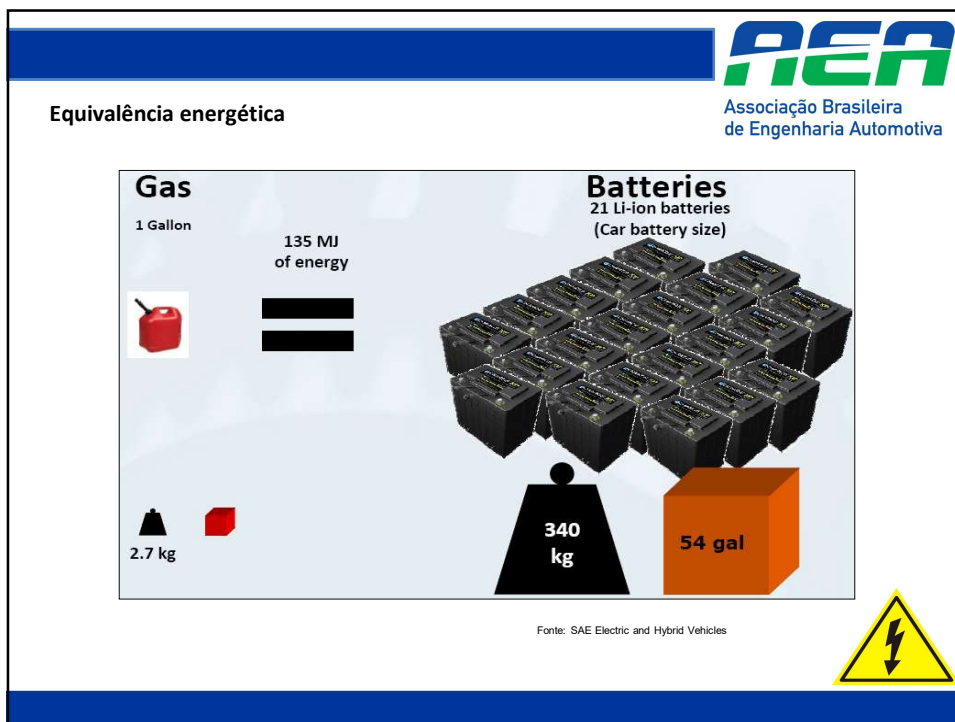
Fonte: SAE Electric and Hybrid Vehicles



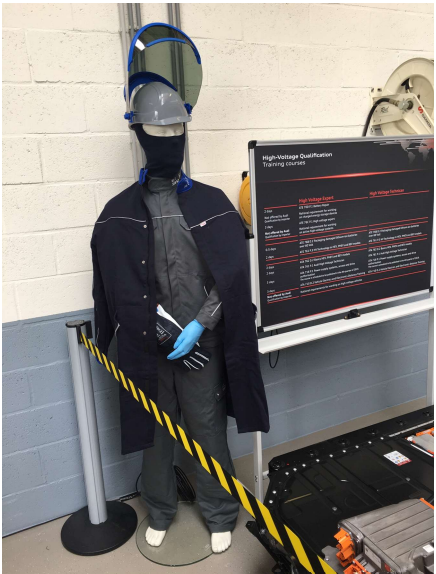
25




26




27






Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva



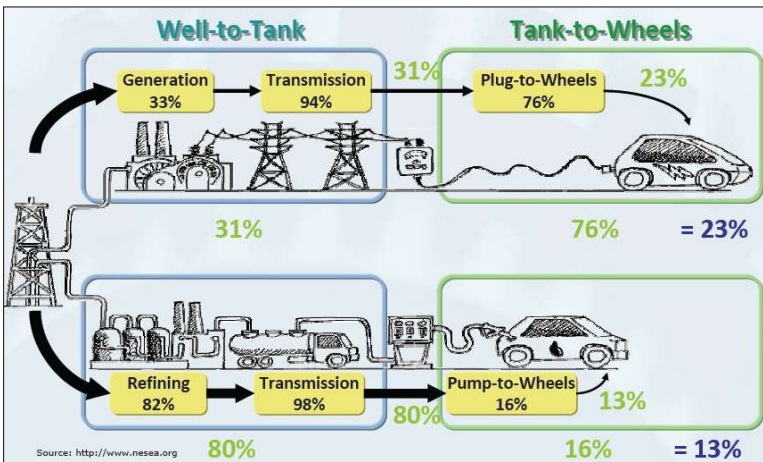
Der Arbeitsschultz  
Fonte: André Maranhão

28

### Eficiência




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva



Process	Step	Efficiency (%)	Total Efficiency (%)
Well-to-Tank	Generation	33%	31%
	Transmission	94%	
Tank-to-Wheels	Plug-to-Wheels	76%	13%
	Pump-to-Wheels	16%	
Overall Efficiency (Well-to-Tank to Tank-to-Wheels)			23%

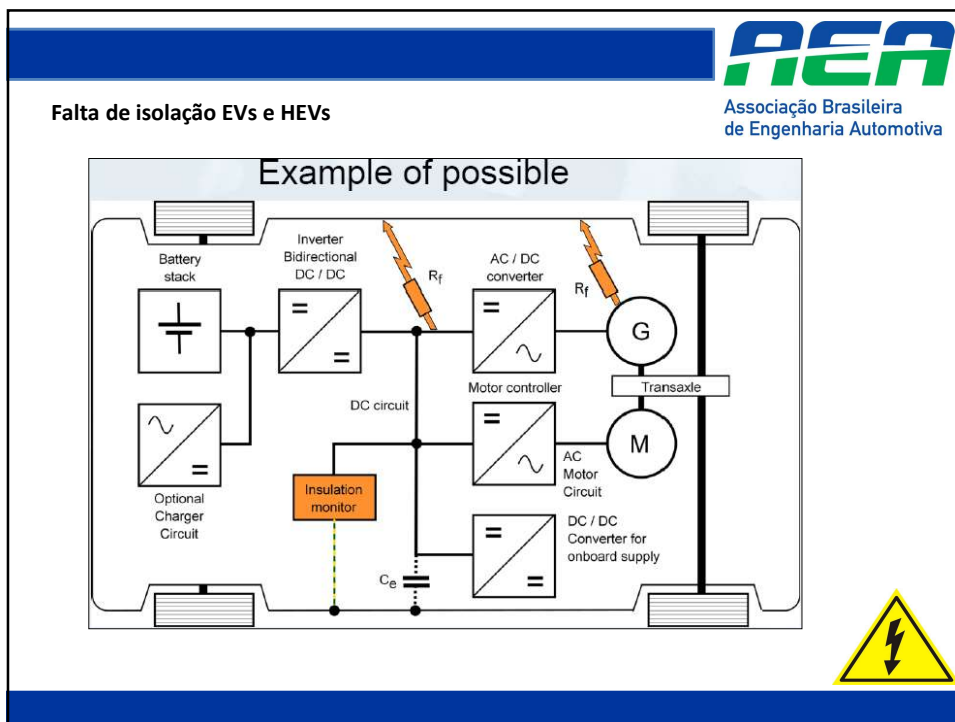
Source: <http://www.nesea.org>



Fonte: SAE Electric and Hybrid Vehicles

29





31

**Desabilitando o Sistema de Alta Tensão**

**AEAA**  
Associação Brasileira de Engenharia Automotiva

Conector de Serviço

Para desconexão e isolamento da bateria HV do sistema de elétrico HV.

- Quando instalado e travado, completa o circuito entre a bateria HV e o sistema de relé principal.
- Está localizado sob o assoalho na frente do banco traseiro.

**Não tentem isso em casa pessoal! O técnico está usando uma luva que resiste a uma tensão de até 1000 V!**

32

### Atividade - Baterias

- ▶ Quais as tecnologias / tipos de baterias disponíveis para os EVs/HVs atualmente?
- ▶ Quais as principais limitações das tecnologias atuais?



• \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**AEA**  
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

**Tipos de Baterias**

**Lítio-ion**  
Alta densidade energética  
E potência  
120-150 Wh / kg



**Pb ácido**  
Baixa energia  
e potência  
20 – 30 Wh / kg



**Ni-M-H**  
armazenamento  
Médio  
60 – 80 Wh / kg



**Ni-Cd**  
Potência Média  
40 – 60 Wh / kg





34

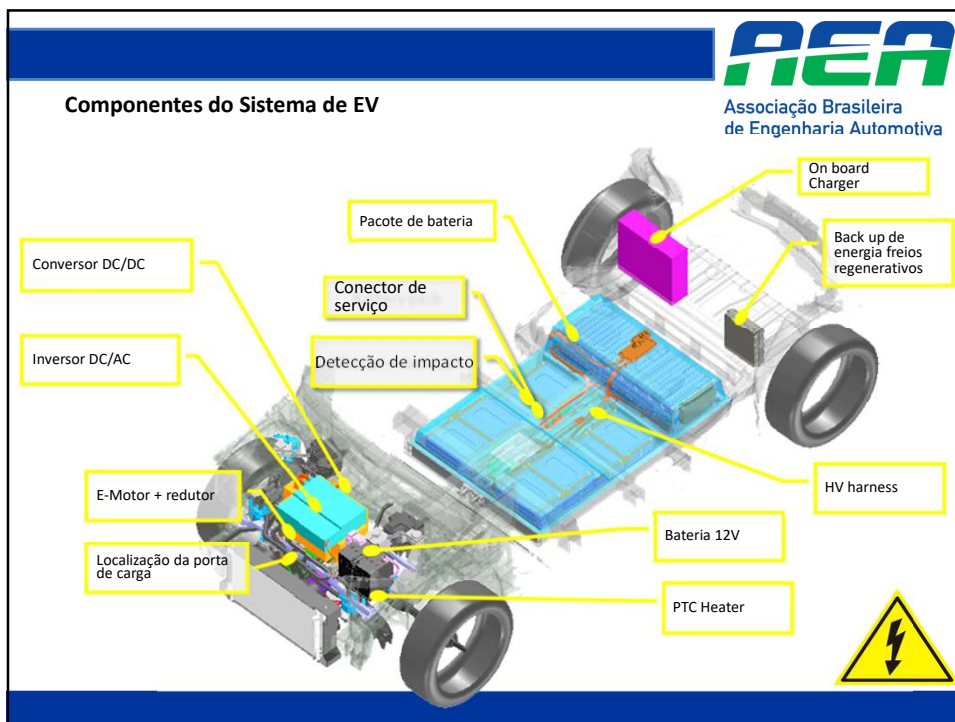
**AEA**  
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

**Bateria Lítio-ion**

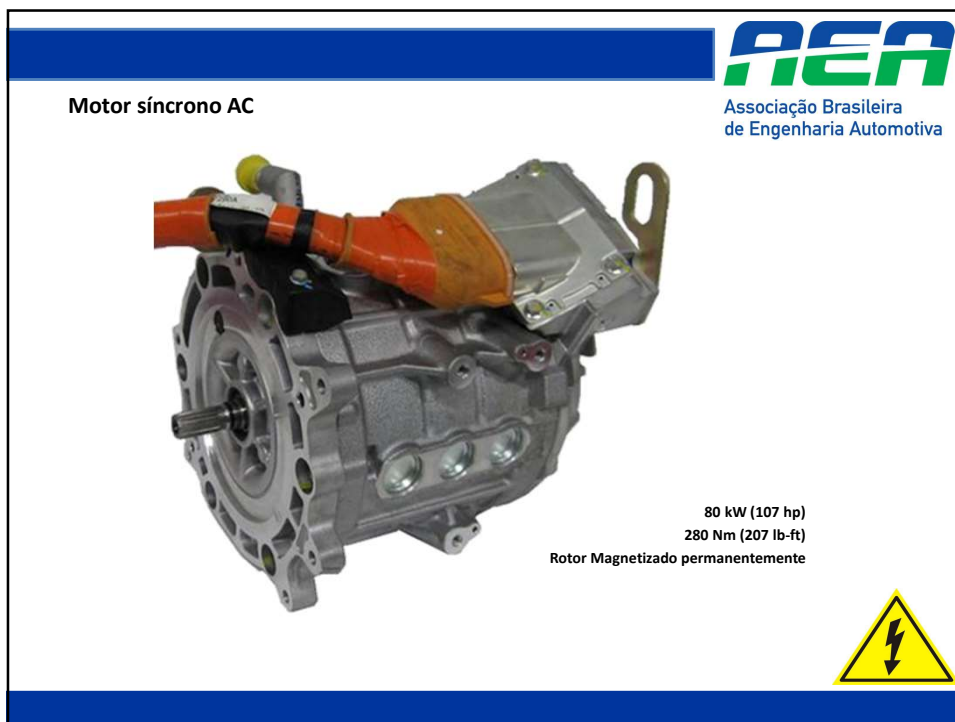




35



36



37

**AEA**  
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva



Vorner Antrieb – AUDI e-tron    Fonte:  
André Maranhão



38

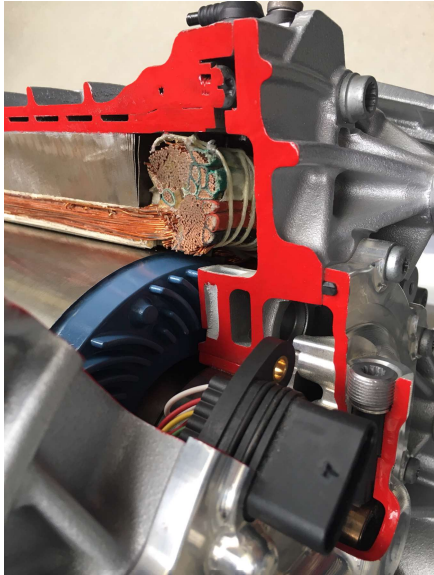
**AEA**  
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva




Hinter Antrieb – AUDI e-tron    Fonte:  
André Maranhão




39





Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

Hinter Antrieb – AUDI e-tron  
Drei Phasen → U - V - W  
Fonte: André Maranhão



40





Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

**Perda de capacidade gradual da bateria**

Bateria tem expectativa de armazenar ~80% da capacidade inicial após 5 anos.

Um ambiente quente de armazenamento da bateria é um fator de perda da capacidade da bateria.

- Estilo de direção
- Frequência de cargas rápidas
- Topping-off da bateria




Timer deve ser ajustado para carregar até 80%

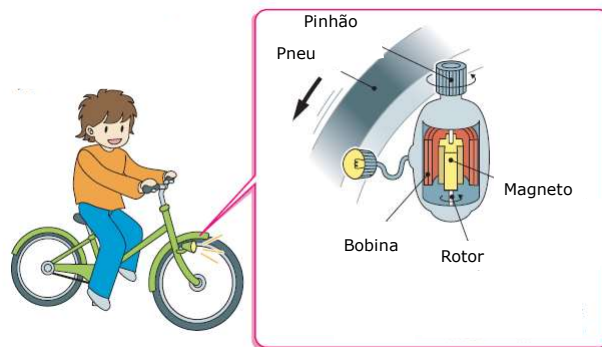
Carga completa em ~7 horas



41

**Princípio da regeneração cooperativa dos freios**

Similar à lâmpada da bicicleta...



### Atividade de custo e recarga

Qual o tempo de carregamento completo de uma bateria de Ion -Li de 16kWh com 20% de SOC em um carregador nível 1 (127V /  $I_{máx} = 5$  A)?

Determine o tempo de carga completa para os níveis 2 e 3 com 220V /  $I_{máx} = 10$  A e 380V /  $I_{máx} = 45$  A?

Qual o custo médio de consumo energético (R\$) de um EV para rodar 2.000km / mês admitindo que o veículo tem autonomia de 180km, a bateria tem capacidade de 20kWh e o custo do kWh é de R\$0,34?



• \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

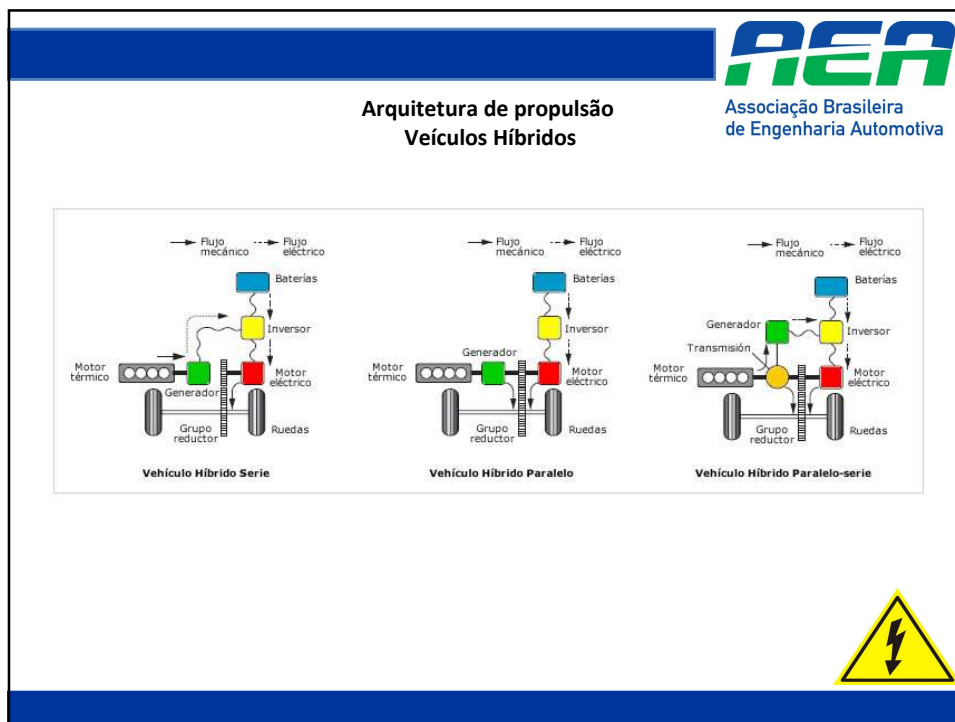
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_








46

**AEA**  
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Questões importantes para um híbrido


- ▶ Especificações técnicas e missão do veículo
- ▶ Grau de hibridização
- ▶ Massa do veículo
- ▶ Compromisso com carga e descarga de energia
- ▶ Compromisso com a energia e emissões ao “reestartar” o veículo
- ▶ Qualidade de direção ao sair da situação parado
- ▶ Requisição de performance e tamanho das peças
- ▶ Estratégia de gerenciamento de energia para máxima economia


47




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Exemplo de Veículo Híbrido - Fusion Hybrid

<p><b>Desempenho</b></p> <p>976km de autonomia modo híbrido          21,3 km/l no regime urbano e 16,2 km/l          Velocidade de até 136 km/h (Elétrico)          Potência máx: aprox. 190 cv          Massa: 1808 kg</p>	
<p><b>Motor a combustão - Motor elétrico e baterias</b></p> <p>88 kW Permanent Magnet AC Synchronous Motor          MCI 141hp @ 6,000 rpm (SAE)          Bateria: 1.4 kWh Ion-Lítio</p>	<p><b>Freios</b></p> <p>Freios a disco ventilados          Freio Regenerativo          ABS, EBD</p>




48





Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Exemplos de Veículo Híbrido Plug in


#### Golf GTE /A3 etron

<p><b>Desempenho</b></p> <p>50 km/carga - Até 940 km modo híbrido          Velocidade de até 130km/h (Elétrico) e 222km/h Híbrido          Potência máx: aprox. 204 hp          Torque máx: 350 Nm          Massa: 1.540 kg A3 - 1,520 kg Golf</p>	
<p><b>Motor a combustão + Motor elétrico</b></p> <p>75 kW (102 cv) e torque de 330 Nm AC motor/ gerador síncrono          8,8 kWh bateria lítio-Ion          MCI – 150 cv 250Nm</p>	<p><b>Freios</b></p> <p>Freios a disco ventilados          Freio Regenerativo          ABS, EBD          Electronic parking brake</p>



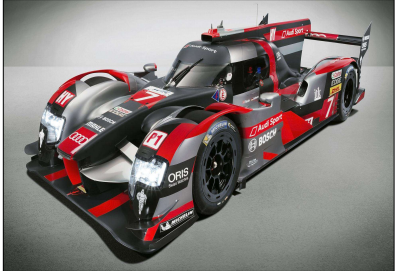



49



**Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva**

### Exemplo de Veículo Híbrido - Audi R18 LMP1

<p><b>Desempenho</b></p> <p>+1000cv potência combinada</p> <p>Aprox. 900kg</p> <p>4,0 L TDI V6</p>	
<p><b>Freios</b></p> <p>Freios de cerâmica</p> <p>Freios Regenerativos</p>	



50



**Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva**

### Exemplo de Veículo Híbrido - Q7 e-tron

<p><b>Desempenho</b></p> <p>56 km de autonomia modo puramente elétrico</p> <p>Velocidade de até 224 km/h</p> <p>Potência : 258hp 3,0 V6 TDI</p> <p>Torque máx: 700Nm</p> <p>Massa: 2520 kg</p>	
<p><b>Motor + Bateria</b></p> <p>17.3-kWh Bateria de Ion Lítio</p> <p>94kW (128 cv) – 350 Nm – motor gerador</p> <p>368hp e 700Nm potência combinada</p>	

<p><b>Freios</b></p> <p>Freios a disco ventilados</p> <p>Freio Regenerativo</p> <p>ABS</p> <p>Electronic Brake force Distribution (EBD)</p> <p>Electronic parking brake</p>
---



51

### Atividade – Custo de Recarga

- ▶ Calcular o custo de recarga elétrica da bateria admitindo o custo kWh em R\$ 0,44 e que esta está carregada com 20% da sua capacidade.
- ▶ Tempo: 10 minutos



• \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

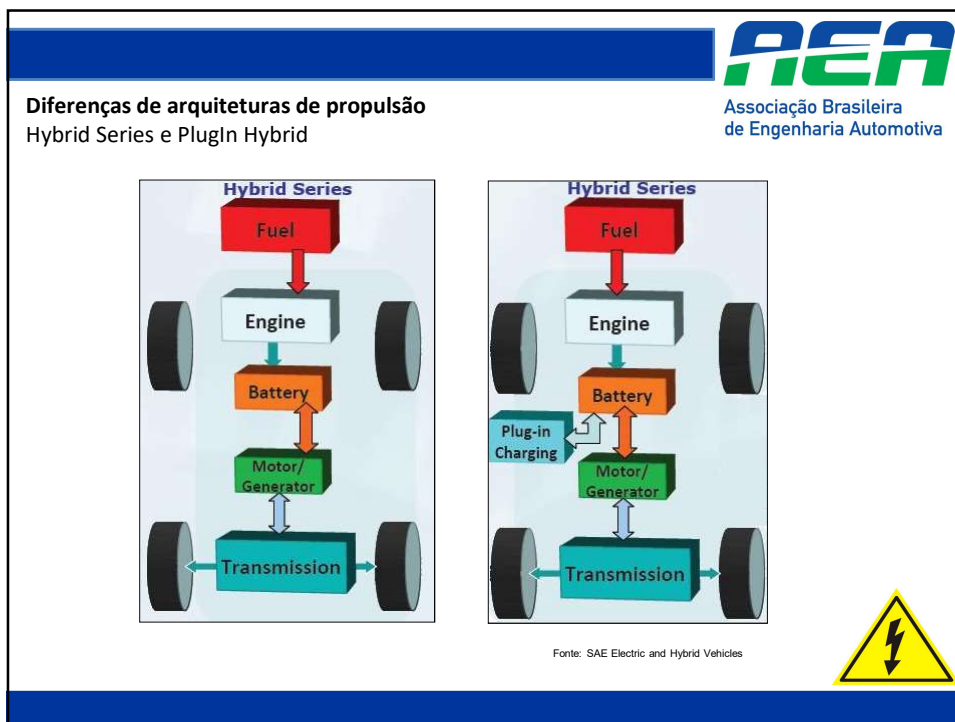
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



53



54





Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

## Componentes

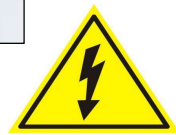
- ▶ Unidade motora elétrica tem duas funções no veículo:
  - ▶ Motor – Movimenta o veículo;
  - ▶ Gerador – Utiliza a energia cinética do conjunto durante as frenagens e converte em energia elétrica.
- ▶ Inversores – posicionados entre a unidade motora elétrica e a bateria é responsável por transformar a CC da bateria em CA necessária para alimentar o motor elétrico.
  - ▶ Responsável por produzir a rampa de aceleração e desaceleração.



Fonte: [http://www.bosch-mobility-solutions.com.br/pt\\_br/](http://www.bosch-mobility-solutions.com.br/pt_br/)



Fonte: [http://www.bosch-mobility-solutions.com.br/pt\\_br/](http://www.bosch-mobility-solutions.com.br/pt_br/)





## Ultracapacitores

If we take the following typical electric car data:

- Working voltage: 120Vdc
- Ripple voltage (U<sub>ripple</sub>) allowed: 4Vrms
- RMS current (I<sub>rms</sub>): 80Arms @ 20kHz

The minimum capacitance value will be determined from the equation:

$$C = I_{rms} / (U_{ripple} \times 2\pi f) = 159\mu F$$



Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

AVX high energy power film capacitor.




Metalized film has become the capacitor technology of choice.





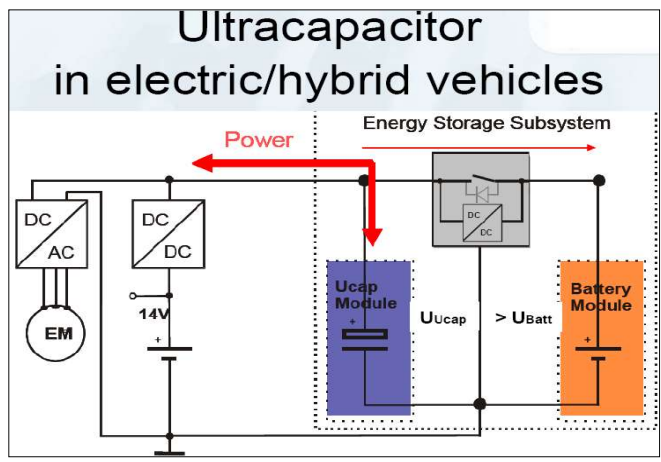
58


## Ultracapacitores



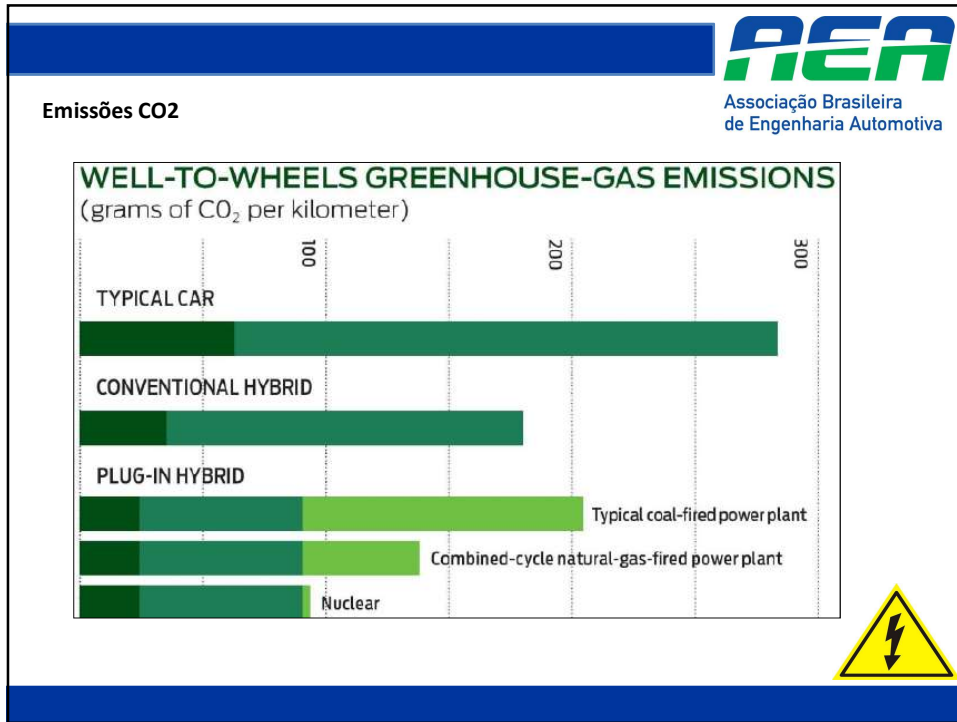
Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Ultracapacitor in electric/hybrid vehicles

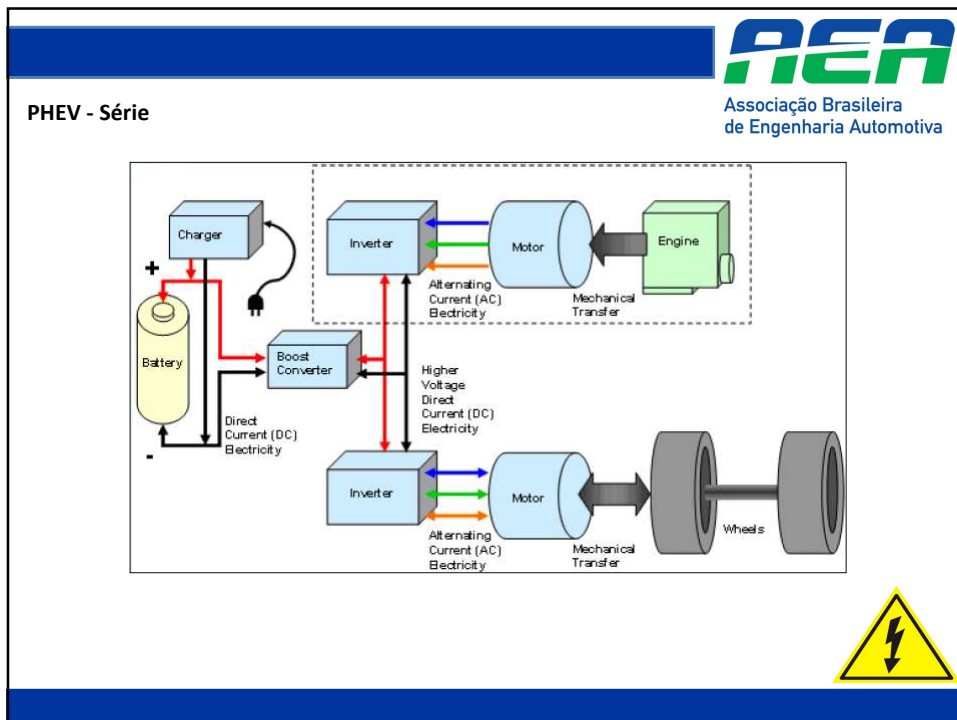




59




60



61

## Hibridização




Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva


  

If it...	Micro Hybrid	Mild Hybrid	Full Hybrid	Plug-in Hybrid
Automatically stops/starts the engine in stop-and-go traffic	●	●	●	●
Uses regenerative braking and operates above 60 volts		●	●	●
Uses an electric motor to assist a combustion engine		●	●	●
Can drive at times using only the electric motor			●	●
Recharges batteries from a wall outlet for extended all-electric range				●


  




Citroën C3



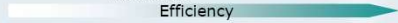
Honda Insight



Toyota Prius




Chevy Volt



Efficiency

Source: <http://www.hybridcenter.org/hybrid-center-how-hybrid-cars-work-under-the-hood.html>



62

## Grau de Hibridização

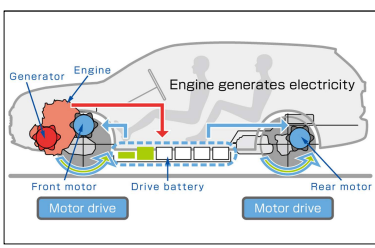
▶ Grau de Hibridização é a relação entre a potência disponibilizada pelo motor elétrico do veículo e a potência total do veículo:


$$G.H. = \frac{\text{Potência do M.E.}}{\text{Potência Total}}$$



Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva





63

### Atividade - Grau de Hibridização

- ▶ Admitindo um veículo com um motor elétrico de 72 hp e um MCI de 98 hp qual o qual de hibridização deste veículo?
- ▶ Dados referentes ao Toyota Prius 2016



• \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_




**Associação Brasileira de Engenharia Automotiva**

### Vantagens e Desvantagens

*Híbridos x Elétricos*

**Vantagens - 100% Elétrico**

- ▶ Zero Emissão
- ▶ Baixo ruído
- ▶ Disponibilidade de Torque
- ▶ Espaço interno otimizado




Fonte: <http://noticias.coches.com/> - Baterias Grafeno

**Desvantagens 100% - Elétrico**

- ▶ Autonomia
- ▶ Peso das baterias
- ▶ Custo inicial
- ▶ Qualificação do Pós vendas - Manutenção para altas tensões

**Vantagens - Híbrido**


- ▶ Autonomia estendida
- ▶ Maior potência disponível no conjunto
- ▶ Possibilidade de comportamento esportivo




Fonte: SSP 627 A3 Etron

**Desvantagens - Híbrido**

- ▶ Peso do conjunto moto propulsor
- ▶ Complexidade da gestão de funcionamento
- ▶ Emissões do MCI
- ▶ Qualificação do Pós vendas - Manutenção para altas tensões
- ▶ Custo inicial




65



**Associação Brasileira de Engenharia Automotiva**

### Futuro...

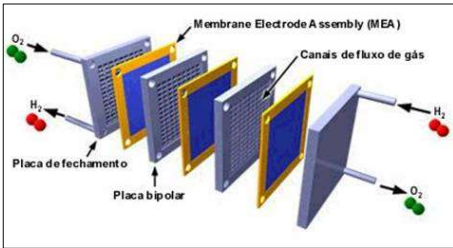
▶ Posto de abastecimento




Imaginary fueling station of the future

▶ Novas tecnologias

- ▶ Célula de Hidrogênio
- ▶ Car pooling
- ▶ Centros urbanos inteligentes



O<sub>2</sub>  
 H<sub>2</sub>  
 Membrane Electrode Assembly (MEA)  
 Canais de fluxo de gás  
 Placa de fechamento  
 Placa bipolar  
 H<sub>2</sub>  
 O<sub>2</sub>



66



Associação Brasileira  
de Engenharia Automotiva

### Infraestrutura e Mercado

- ▶ Pontos de Recarga
- ▶ Potência da Rede
- ▶ Incentivos Fiscais
- ▶ Custo das baterias e do conjunto



**Atividade Final**

- ▶ O projeto de um automóvel elétrico é muito diferente dos convencionais, equipados com motor à combustão? Quais as principais diferenças?
- ▶ Qual o panorama mundial dos carros elétricos hoje no mundo e no Brasil? (Em termos de frota atual, volume de produção, "interesse" das fabricantes, incentivo oficial).
- ▶ Qual a perspectiva de aumento da produção? E no Brasil?
- ▶ Quais tipos de incentivos do governo seriam necessários para estimular a indústria automobilística brasileira a investir em modelos elétricos e híbridos?
- ▶ Na sua opinião, a tendência é que a indústria se volte primeiro para um aumento da frota de modelos híbridos (plug in ou não), para depois partir para modelos totalmente elétricos? Por favor, comente os rumos que a indústria automobilística pode tomar nesse sentido.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Muito obrigado.

