

Voltámos à vossa presença com a décima sétima edição da nossa revista. Nesta edição, destacam-se assuntos de carácter mais científico e da maior importância, com artigos publicados em língua inglesa, que esperamos que possam também contribuir para satisfazer as expectativas do elevado número de leitores que temos em países estrangeiros, e reforçar o espaço de divulgação da nossa revista por um maior número de países.

Nesta edição merecem particular destaque os assuntos relacionados com as máquinas elétricas, os veículos híbridos e a mobilidade elétrica.

José Beza Carvalho, Professor Doutor



Máquinas e Veículos Elétricos



Produção, Transporte e Distribuição Energia



Instalações Elétricas



Telecomunicações



Segurança



Gestão de Energia e Eficiência Energética



Automação, Gestão Técnica e Domótica



## FICHA TÉCNICA

### DIRETOR:

JoséAntónioBelezaCarvalho,Doutor

### SUBDIRETORES:

AntónioAugustoAraújoGomes,Eng.º  
RoqueFilipeMesquitaBrandão,Doutor  
SérgioFilipeCarvalhoRamos,Doutor

### PROPRIEDADE:

ÁreadeMáquinaselInstalaçõesElétricas  
DepartamentodeEngenhariaElectrotécnica  
InstitutoSuperiordeEngenhariadoPorto

### CONTATOS:

jbc@isep.ipp.pt ;aag@isep.ipp.pt

### PUBLICAÇÃO SEMESTRAL:

ISSN: 1647-5496

Estimados leitores

Voltamos à vossa presença com a décima sétima edição da nossa revista e continua a verificar-se um interesse crescente pelas nossas publicações. Nesta edição, destacamos assuntos de carácter mais científico e dá o maior número de artigos publicados em língua inglesa, que esperamos que possam também contribuir para satisfazer as expectativas do elevado número de leitores que temos em países estrangeiros, e reforçar o espaço de divulgação da nossa revista por um maior número de países. Nesta edição merecem particular destaque os assuntos relacionados com as máquinas elétricas, os veículos híbridos e a mobilidade elétrica. São também publicados importantes artigos sobre sistemas de terras e métodos de proteção de defeitos à terra em redes de distribuição de energia. Outro assunto importante e relacionado com a eficiência energética, tem a ver com um artigo sobre tecnologias de iluminação baseadas em lâmpadas LED.

Os motores de Magnete Permanente (PM), ou de ímanes permanentes, são motores adequados para quase todas as aplicações, como bombas, elevadores, compressores, ventiladores, extrusores, geradores, veículos elétricos, servoconversores, torres de arrefecimento, eletrodomésticos, etc. O artigo que se apresenta nesta edição da revista Neutro-à-Terra, da autoria de um investigador da WEG, de carácter mais científico, apresenta algumas aplicações em que a utilização de motores PM permitiram melhorias na eficiência energética na qualidade do processo em que são utilizados.

Outro importante artigo que é apresentado na revista, correspondente a um trabalho de investigação realizado no ISEP, tem a ver com a proteção de defeitos à terra em redes de distribuição. A opção pelo método de terra adotado no sistema tem uma influência direta sobre o desempenho global da totalidade da medição da rede, bem como sobre a magnitude da corrente de defeito à terra. Para qualquer tipo de sistemas de terra: sistemas não ligados diretamente à terra, sistemas com ligação à terra de baixa impedância e sistemas de terra ressonantes, pode-se encontrar vantagens e desvantagens. O artigo apresenta um estudo detalhado sobre o assunto.

Nas últimas décadas assistiu-se a um acentuado desenvolvimento dos veículos híbridos elétricos convencionais. A sua proliferação encontra-se hoje bem disseminada, em praticamente todas as gamas, refletindo a confiança dos consumidores. Com vista a atenuar ainda mais os usos dos combustíveis fósseis, a tendência de aumentar o nível de eletrificação nas versões híbridas mais recentes, bem como a oferta de versões puramente elétricas. No entanto, a evolução dos últimos anos, quer ao nível da aposta por parte dos fabricantes, quer ao nível do volume de vendas, parece indicar uma nova fase de proliferação destes veículos, a qual se encontra ainda a dar os primeiros passos. Nesta edição da revista apresenta-se dois importantes artigos técnicos que abordam a mobilidade elétrica, ao nível da classificação dos veículos híbridos, em função do nível de eletrificação do sistema de propulsão, assim como uma abordagem aos veículos puramente elétricos, fazendo-se considerações acerca do impacto mundial dos veículos híbridos Plug-in puramente elétricos, nos últimos 5 anos.

Nesta edição da nossa revista, ainda se apresenta outra publicação que também é muito interessante, como um artigo que aborda os vários métodos de instalação de cabos subterrâneos, um artigo sobre o IED3, um artigo que aborda os principais fundamentos da deteção automática de incêndio em edifício e um muito interessante artigo sobre o estudo das várias tecnologias de lâmpadas LED e o seu impacto na utilização.

Fazendo votos que esta edição da revista “Neutro à Terra” vá novamente ao encontro das expectativas dos nossos leitores, apresento os meus cordiais cumprimentos.

Porto, julho de 2016

José António Beleza Carvalho

### Visualização de páginas por país

---

Entrada	Visualizações de páginas
Portugal	17651
Estados Unidos	2471
Brasil	1229
Alemanha	362
Angola	169
Reino Unido	156
Rússia	133
França	100
Espanha	82
Andorra	80



# CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS HÍBRIDOS -EVOLUÇÃO CRESCENTE DO GRAU DE ELECTRIFICAÇÃO

## 1. Resumo

Em resposta aos impactos ambientais e limitações dos combustíveis fósseis, assistiu-se nas últimas décadas a um acentuado desenvolvimento dos veículos híbridos e eléctricos convencionais. A sua proliferação encontra-se hoje bem disseminada, em praticamente todas as gamas, refletindo a confiança dos consumidores. Com vista a atenuar ainda mais o uso dos combustíveis fósseis, a tendência é de aumentar o nível de electrificação nas versões híbridas mais recentes, bem como a oferta de versões puramente eléctricas. No entanto, a evolução dos últimos anos, quer a nível da aposta por parte dos fabricantes, quer a nível do volume de vendas, parece indicar uma nova fase de proliferação destes veículos, aquando se encontra ainda a dar os primeiros passos. Este artigo apresenta uma classificação dos veículos híbridos, em função do nível de electrificação do sistema de propulsão. Após uma breve referência aos veículos puramente eléctricos, fazem-se algumas considerações acerca do impacto mundial dos veículos híbridos Plug-in puramente eléctricos, nos últimos 5 anos.

## 2. Introdução

As limitações das reservas de combustíveis fósseis e flutuações de preços, bem como o impacto ambiental das emissões de gases de efeito de estufa, têm motivado a procura de soluções energéticas alternativas, por parte de governos e fabricantes de automóveis. Como efeito, é no sector dos transportes que tais alternativas são mais urgentes: nos países membros da OCDE, 60% do consumo de produtos petrolíferos deve-se a este sector, sendo responsável por cerca de 25% das emissões globais de CO<sub>2</sub> [1]. De acordo com esta referência, os transportes rodoviários estão associados à maior fatia – 75% do consumo total neste sector.

Nos últimos 20 anos, os veículos híbridos e eléctricos (VH) e puramente eléctricos (VE), têm vindo a assumir-se como alternativas mais promissoras aos veículos convencionais,

baseados no motor de combustão interna (MCI). Paralelamente, têm contribuído os avanços em múltiplos domínios tecnológicos, tais como as máquinas eléctricas, electrónica de potência, sistemas de controlo e de armazenamento de energia [2], [3]. Embora sejam de registar avanços significativos nas tecnologias das baterias, há limitações importantes que não foram ainda superadas (e.g., preço, peso e volume elevados, densidades de potência e autonomias baixas, com tempos longos de carregamento). Sendo uma tecnologia considerada promissora, as células de combustível encontram-se ainda numa fase de desenvolvimento incipiente [3]. Estas desvantagens são responsáveis pela reduzida disseminação dos VE. Por seu turno, os VH aliam as características dos veículos convencionais às vantagens da propulsão eléctrica (rendimentos mais elevados com menores emissões de gases poluentes e recuperação da energia de frenagem), sem as limitações de autonomia dos VE. Naturalmente, isto explica a maior aceitação verificada por parte dos consumidores. Dependendo do grau de electrificação do sistema de propulsão, os preços dos VH podem ser bastante mais elevados do que as opções convencionais (MCI) [3].

As pressões crescentes de governos locais e regionais, quanto às limitações de emissões poluentes (em particular nos centros urbanos), têm motivado a indústria automóvel a intensificar e diversificar os seus esforços: por um lado, a melhoria contínua dos desempenhos, fiabilidade, segurança e conforto dos veículos convencionais, com um apertado controlo de custos [3], [4]; por outro, uma clara aposta no aumento da oferta comercial de VHEVE, bem visível nos últimos 5 anos. No caso dos VH, a tendência é para uma crescente electrificação do sistema de propulsão. Dissom os exemplos de veículos Plug-in (PHEV) e Range Extended Electric Vehicle (REEV).

O principal objetivo deste artigo é apresentar uma classificação dos VH, associada à electrificação da propulsão do veículo.

Far-se-á também uma breve referência ao impacto que as versões mais eletrificadas têm tidos nos últimos anos. Deste modo, a estrutura do artigo é a seguinte:

A secção 2 apresenta uma classificação dos VH baseada no índice de eletrificação do sistema de propulsão, de acordo com a terminologia usada pelos fabricantes. Segue-se uma breve descrição dos tipos de VE. A secção 3 faz uma análise sucinta da evolução das vendas de PHEV e VE (baterias) – global e local –, nos últimos 5 anos. Na secção 4 apresentam-se as conclusões.

### 3. Classificação com base no nível de eletrificação







A classificação apresentada nesta secção está intimamente relacionada com as características do sistema de propulsão considerado. Num artigo publicado em edição anterior [5], foram apresentados os principais tipos de propulsão atualmente utilizados nos VH e VE. Sempre que necessário, far-se-á aqui referência às suas configurações. A Figura 1 apresenta as designações mais usuais, associadas à eletrificação do sistema de propulsão.

máquina elétrica são aqui designados como VE. Como é visível na figura, há algumas diferenças em relação às definições usadas em [6].

#### 3.1. Veículos Híbridos

Neste grupo estão incluídas as designações HEV (híbridos convencionais), PHEV e REEV (Figura 1). Na primeira, o papel do componente elétrico é secundário, sendo muito mais relevantes nos veículos PHEV e REEV (nestes últimos a propulsão elétrica é mesmo a única). A sequência das descrições seguintes assenta num grau crescente do nível da componente elétrica na propulsão do veículo: tal implica uma diminuição da potência do MCI, acompanhado de um aumento da potência do motor(es) elétrico(s) (ME), bem como do(s) conversor(es) de potência e das baterias. Tal contribui para um aumento do preço final e do peso do veículo, em relação às versões MCI. Como referido na introdução, o estado atual da tecnologia das baterias tem aqui uma influência muito significativa.

Defined as EV in this report ✓ Primary ✓ Secondary

portfolio of powertrains			Propulsion		Energy generation/source		
			ICE	E-motor	ICE	Plug-in	Fuel Cell
ICE		Internal Combustion Engine Driving with conventional combustion engine only	✓		✓		
HEV		Hybrid Electric Vehicle Driving with combustion engine and/or e-motor	✓	✓ <sup>1</sup>	✓		
PHEV		Plug-in Hybrid Electric Vehicle Driving with combustion engine and/or e-motor, plug-in to recharge battery		✓ <sup>2</sup>	✓	✓	
REEV		Range Extended Electric Vehicle Driving with e-motor only, ICE & plug in (or fuel cell) used to recharge battery		✓	✓	✓	✓ <sup>3</sup> Currently in pilots
BEV		Battery Electric Vehicle Driving with e-motor only and storing energy in battery		✓		✓	
FCEV		Fuel Cell Electric Vehicle Driving with e-motor only and storing energy in hydrogen		✓		✓ <sup>4</sup>	✓

1 In HEV, PHEV and REEV, energy is also generated through regenerative braking  
2 To charge battery  
3 Usually generates electricity that directly powers drivetrain; alternative concepts in discussion (e.g. fuel cell as range extender or FCEV with plug-in)  
4 Primacy of ICE or E-motor in PHEV varies across models  
SOURCE: McKinsey

Figura 2. Designações dos Sistemas de Propulsão (função do nível de eletrificação) [6]

Nas literaturas sobre este assunto, as definições de VH ou VE nem sempre são totalmente coincidentes. No presente artigo, consideram-se VH aqueles onde este já presente o MCI; os sistemas de propulsão que integrem apenas

3.1.1 Híbridos Convencionais [7], [8]  
Neste grupo, são usualmente considerados três níveis, em função da integração elétrica: micro, mild e full hybrid.

- Microhybrid

Face aos veículos convencionais, a diferença está na possibilidade do gerador incorporado poder funcionar como motor, durante o arranque do MCI (Integrated Starter Generator -ISG). Destemodo, conseguem-se poupanças de energia quando o veículo está parado (MCI desligado). Algumas variantes com geradores de maior potência permitem frenagens regenerativas (em alguns documentos são designadas como Micro-Mild hybrid). Claramente vocacionado para condução citadina (arranques e paragens frequentes). O seu custo é ligeiramente superior ao veículo convencional, dado o reduzido grau de eletrificação.

- Fullhybrid

O sistema de propulsão é do tipo série-paralelo ou série-paralelo complexo (ver [5]), havendo duas máquinas elétricas (motor e gerador) e MCI. Os sistemas de transmissão de potência são mais complexos (e.g. engrenagens planetárias), tornando mais flexível a divisão da potência requerida (entre MCI, ME, GE e sistema de armazenamento de energia). Destemodo, o desempenho do ICE é otimizado (i.e., rendimento máximo, com emissões mínimas). São possíveis os seguintes modos de propulsão (incluindo frenagens regenerativas):

- ME (arranque/paragem);
- MCI (modo "cruising", desempenho ótimo);
- Modo combinado: ME (ou GE) + MCI. Por exemplo, o ME pode auxiliar o MCI nas acelerações; no caso da potência requerida ser inferior ao "ótimo ICE", o excedente é convertido em energia elétrica pelo GE, sendo armazenada nas baterias.

### 3.1.2 PHEV (Plug-in Vehicles) [7], [8]

O sistema de propulsão é semelhante ao "Full-Hybrid". As baterias são carregadas através de uma fonte exterior de energia elétrica, aproveitando também as frenagens regenerativas. O sistema de baterias tem maior capacidade, comparando com as configurações anteriores, embora menor do que nos veículos puramente elétricos (VE). São de destacar os seguintes modos de propulsão:

- Trajeto curto – Apenas propulsão elétrica, pelo

- Trajeto longo – Quando o nível de carga das baterias (SOC) é inferior a um valor fixado, a propulsão MCI é ativada (modo híbrido).

O sistema de propulsão é semelhante ao "Full-Hybrid". As baterias são carregadas através de uma fonte exterior de energia elétrica, aproveitando também as frenagens regenerativas. O sistema de baterias tem maior capacidade, comparando com as configurações anteriores, embora menor do que nos veículos puramente elétricos (VE). São de destacar os seguintes modos de propulsão:

- Trajeto curto – Apenas propulsão elétrica, pelo que são as baterias que fornecem a energia requerida;
- Trajeto longo – Quando o nível de carga das baterias (SOC) é inferior a um valor fixado, a propulsão MCI é ativada (modo híbrido).

A Figura 2 sintetiza as principais características das variantes descritas.

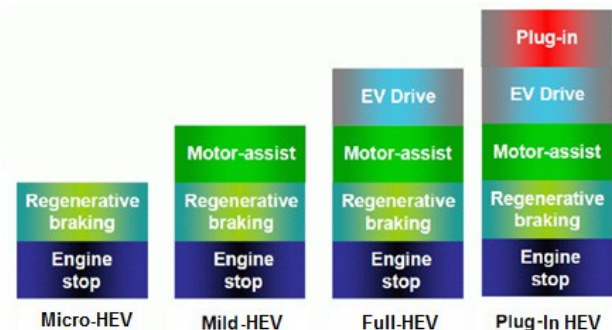


Figura 2. Sistemas de Propulsão: Híbridos Convencionais (micro, milde full) e PHEV

É de realçar que a propulsão puramente elétrica apenas existe em Full-HEV e PHEV. Em todas as variantes, o MCI participa diretamente no esforço de tração; tal não sucede na configuração seguinte (mais recente), na qual há uma maior relevância da componente elétrica.

### 3.1.3 REEV (Range Extended Electric Vehicles) [6]

Em termos de topologia, estes veículos assentam no sistema de propulsão série (ver [5]). Semelhantes aos PHEV (incluindo a possibilidade de carregamento exterior das baterias), a principal diferença dos veículos REEV está no facto da propulsão ser feita exclusivamente por motores elétricos.

Como tal, o MCI funciona como máquina primária do gerador, sendo responsável pelo carregamento das baterias, somente quando a respetiva carga atinge um valor mínimo especificado. Deste modo, o MCI permite estender a autonomia do veículo, em relação à carga inicial das baterias, proveniente da fonte exterior. O peso e volume das baterias são normalmente menores, em comparação com a variante puramente elétrica (dependente da potência do gerador e da capacidade do depósito de combustível). Trata-se de um conceito recente, muito próximo dos veículos puramente elétricos. Esta configuração permite contornar o risco de a bateria ficarem sem carga, durante o percurso previsto. Com efeito, este conceito tem uma enorme influência no modo como os veículos puramente elétricos são encarados pela generalidade dos utilizadores.

### 3.2. Veículos elétricos (VE) [5]

Apenas incluem motores elétricos. Em termos de fontes de energia empregues há a distinguir as baterias das células de combustível.

#### 3.2.1 Baterias

Atualmente, as baterias mais usadas nos VEE e VHS são as de hidratos metálicos de níquel (NiMH) e de íons de lítio (Li-Ion). Particularmente nestas últimas, têm sido obtidos aumentos consideráveis nos valores da densidade de energia (de momento apresentam valores muito superiores aos restantes tipos de baterias). O tamanho e volume das baterias condiciona o projeto da estrutura mecânica do veículo, bem como o seu preço. Há uma clara tendência para a sua integração com supercondensadores, aproveitando os elevados valores de densidade de potência destes últimos.

#### 3.2.2 Células de Combustível

Embora apresentem um potencial elevado como alternativa aos veículos convencionais, esta tecnologia está ainda numa fase inicial. Trata-se de geradores de energia elétrica, resultante de reações eletroquímicas entre hidrogénio (combustível não poluente, com elevada densidade de energia, mas reduzida densidade de potência) e oxigénio. O produto destas reações é apenas vapor de água.

São, pois, dispositivos distintos das baterias (armazenadores de energia). A energia elétrica produzida nas células de combustível é usada na propulsão do veículo ou fornecida ao sistema de armazenamento de energia do veículo (e.g., baterias e supercondensadores). O seu custo e, sobretudo, a necessidade de infraestruturas de fornecimento de hidrogénio colocam sérias interrogações sobre a sua proliferação.

Com base nas designações anteriores, a Tabela 1 apresenta alguns valores de referência sobre poupança de energia (em relação aos veículos convencionais MCI), potência nominal do motor elétrico e níveis de tensão do sistema elétrico do veículo.

Tabela 1. Especificações por tipo de veículo [7], [8]

Functions	Micro Hybrid	Mild Hybrid	Full Hybrid	Plug in hybrid (PHEV)	EV
Energy Savings	5-10% (upto 25% in city traffic)	10-25%	25-40%	50-100%	100%
Electric Motor or ISG (1) (kW)	3-5	7-12	40	30-70	50-100
System Voltage (V)	12-42	150-200	200-350	300-500	300-500

(1) Massa do veículo inferior a 2000 kg

Na Figura 3 está ilustrada uma síntese desta secção, sendo de destacar as estimativas de redução de emissões de CO<sub>2</sub> (em relação ao veículo equivalente MCI) e o custo do veículo.

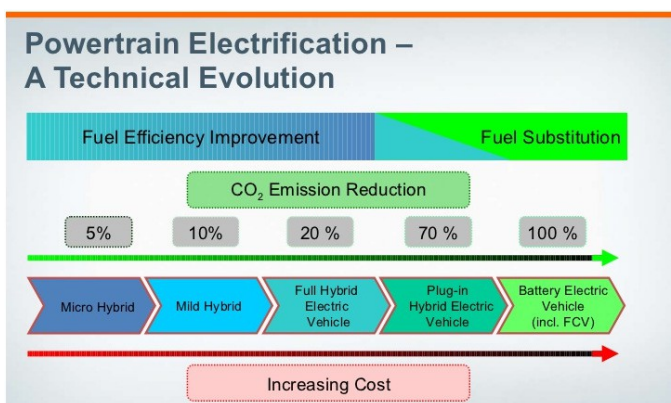


Figura 3. Sistemas de Propulsão: impacto da electrificação [9]

Nos casos dos PHEV, BEV e FCV é importante sublinhar que se tratam somente de reduções locais de emissões. O impacto ambiental real deverá contabilizar também as emissões



associadas à produção de energia elétrica fornecida ao veículo (PHEV+BEV), bem como na produção de hidrogénio (FCV).

#### 4. Impacto dos Veículos Híbridos e Elétricos

A evolução das alternativas aos veículos convencionais (MCI), por parte da indústria automóvel, coincide com a classificação apresentada na secção anterior. O lançamento do Toyota Prius, em 1997, marcou o início de tais alternativas. Este e outros modelos híbridos convencionais (HEV), de múltiplos fabricantes, são atualmente comercializados em todo o mundo, apresentando bons desempenhos dinâmicos e níveis de consumo [5]. Na Europa, América do Norte e em alguns países asiáticos (China e Japão), estas soluções alcançaram um nível significativo de implantação no mercado automóvel. A título de exemplo, veja-se o Toyota Prius: de acordo com [6], desde o início da sua comercialização foram vendidos mais de 6 milhões de unidades.

O cenário relativo aos veículos com maior grau de eletrificação (PHEV, REEV, e elétricos puros – baterias (VE-B) e células de combustível (VE-FC)) é bem diferente, com um impacto ainda muito reduzido (em termos globais, menos de 1% do registo de veículos novos, em 2015 [10]). No entanto, nos últimos 4 anos o seu crescimento tem sido exponencial ( ). Em 2015, mais de 1 milhão e 200 mil PHEV+VE-B circulavam em todo o mundo (Figura 4). Tal evolução parece significar o início de uma nova fase de aceitação e proliferação destes veículos.

No entanto, há diversas incertezas quanto à sua proliferação, resultantes do processo de interação entre fabricantes (características tecnológicas e custos), consumidores (aceitação) e governos (medidas de incentivo à sua adoção).

O que é seguro afirmar é que estes resultados são o fruto de esforços concertados que têm vindo a ser realizados pela indústria automóvel e órgãos decisores. Em seguida, realçam-se apenas algumas tendências sobre a aceitação de PHEV+VE-B à escala mundial. A Figura 4 representa o crescimento do número de PHEV+VE-B, nos últimos 6 anos. A Figura 5 representa o volume de vendas de PHEV+VE-B, desde 2010 até 2015. As respetivas quotas de mercado em 2015 estão também incluídas.

A partir de 2011, assistiu-se a um aumento substancial da proliferação destes veículos (notar que a quota dos países indicados na Figura 5 corresponde a 90% do total). A maior recetividade verifica-se nos países com maior desenvolvimento económico e industrial (ou em vias de...), sendo os EUA líderes neste ranking, seguidos da China, Japão e Europa (Figura 4). Em 2015 há a registar um aumento global muito significativo de PHEV+VE-B (cerca de 70% em relação a 2014), mas desigual, consoante a região do globo. Na China, o número destes veículos aproximou-se muito do valor dos EUA: o elevado aumento das vendas chinesas (cerca de 2,7 vezes o valor de 2014), juntamente com uma ligeira diminuição das vendas americanas, explica a aquela aproximação (Figura 5). Como efeito, as quotas conjuntas de PHEV+VE-B nestes dois países ultrapassaram os 50% em 2015.

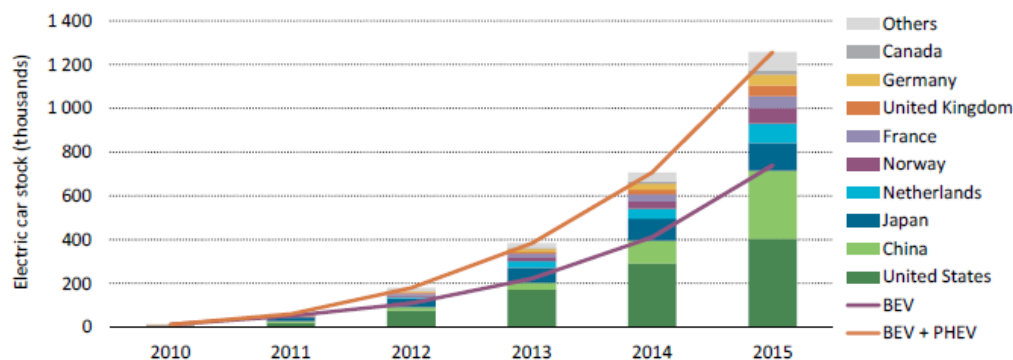


Figura 4. Evolução do número de PHEV+ VE-B [10]

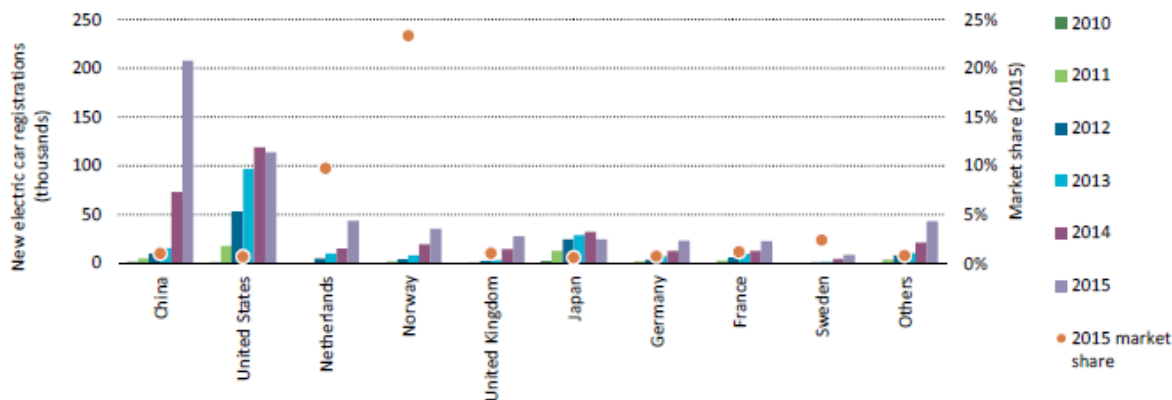


Figura 4. Vendas de PHEV+ VE-B (2010-2015) e quotas de mercado (2015) [10]

Apartir de 2011, assistiu-se a um aumento substancial da proliferação destes veículos (notar que a quota dos países indicados na Figura 5 corresponde a 90% do total). A maior recetividade verifica-se nos países com maior desenvolvimento económico e industrial (ou em vias de...), sendo os EUA líderes neste ranking, seguidos da China, Japão e Europa (Figura 4). Em 2015 há a registar um aumento global muito significativo de PHEV e VE-B (cerca de 70% em relação a 2014), mas desigual, consoante a região do globo. Na China, o número destes veículos aproximou-se muito do valor dos EUA: o elevado aumento das vendas chinesas (cerca de 2,7 vezes o valor de 2014), juntamente com uma ligeira diminuição das vendas americanas, explica aquela aproximação (Figura 5). Como efeito, as quotas conjuntas de PHEV e VE-B nestes dois países ultrapassaram os 50% em 2015. Curiosamente, é só em tenos EUA e Japão (países onde a aceitação da queles veículos começou por ser maior) que as vendas diminuíram (em 2015 pela primeira vez). De facto, até 2014 os maiores quotas destes dois países foram superiores a 50% da totalidade dos veículos registados. Em 2015, tal só em tenos correspondeu a cerca de 40% (Figura 4). No caso Europeu, a quota destes veículos tem-se mantido constante, em cerca de 1/3 do valor total. De referir que no último ano, as vendas de PHEV e VE-B na Holanda e Noruega atingiram percentagens muito significativas nos respetivos mercados: 10% no primeiro caso e 23% no segundo (Figura 5). Tais valores demarcam-se claramente dos restantes, sendo um bom exemplo da importância de medidas eficazes que estimulemos consumidores a optar por soluções elétricas de mobilidade.

Estes outros assuntos (e.g., nichos com maior potencial de aplicação PHEV e VE-B, gamas de veículos, números de PHEV e VE-B) justificam um tratamento em espaço próprio; num próximo artigo, procurar-se-á fazer uma abordagem com maior profundidade.

## 5. Conclusões

O sector dos transportes depende ainda em grande escala dos combustíveis fósseis. As limitações das reservas disponíveis e o impacto ambiental, têm motivado a procura de desenvolvimento de soluções alternativas, sobretudo nos transportes rodoviários. Atualmente, os VHEV constituem a alternativa mais viável aos veículos convencionais (MCI), não obstante as dificuldades técnicas e incertezas quanto à sua aceitação, que ainda subsistem.

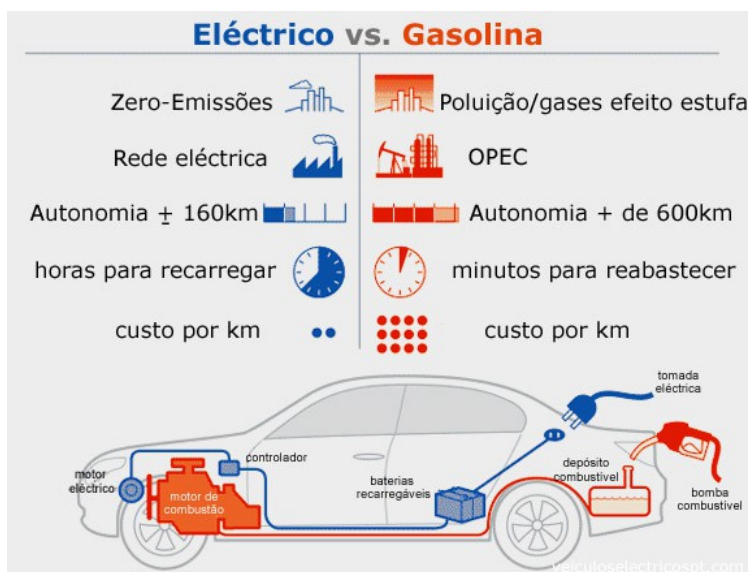
Neste artigo apresentou-se uma classificação dos VH, de acordo com o nível de eletrificação do sistema de propulsão do veículo. Os últimos 20 anos ficaram marcados pela chegada e permanência dos veículos híbridos elétricos, no sector automóvel. A tecnologia híbrida convencional tem hoje uma implantação sólida, com um vasto leque de oferta, por parte dos principais fabricantes de automóveis. Desde 2010 tem-se verificado uma tendência de aumento do grau de eletrificação dos sistemas de propulsão, materializada nos PHEV e VE-B. Os desenvolvimentos destas tecnologias, incentivados pela legislação ambiental e incentivos à compra destes veículos, parecem estar a dar frutos, no que se refere à sua aceitação e confiança. Num próxima oportunidade, voltar-se-á a este assunto tão atual quanto em rápida

evolução, que, seguramente, justificará um maior aprofundamento e atualização.

#### Referências

- [1] "Transport, Energy and CO<sub>2</sub> —Moving Toward Sustainability", International Energy Agency, 2009.
- [2] Bayindir, Kamil Çağatay, Mehmet Ali Gözükcük, and Ahmet Teke. "A comprehensive overview of hybrid electric vehicle: Powertrain configurations, powertrain control techniques and electronic control units", Energy Conversion and Management 52, 2011.
- [3] Kumar, Lalit, and Shailendra Jain. "Electric propulsion system for electric vehicular technology: A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews 29, 2014.
- [4] DeSantiago, Juan, et al. "Electrical motor drivelines in commercial all-electric vehicles: a review", IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2012.
- [5] Melo, P., "A general overview on hybrid and electric vehicles", Neutro à Terra, nº11, 2013.
- [6] "Evolution of electric vehicles in Europe: gearing up for a new phase?", Amsterdam Roundtable Foundation and McKinsey & Company The Netherlands, 2014.
- [7] Agarwal, Vipul, and Mayank Dev. "Introduction to hybrid electric vehicles: State of art", Engineering and Systems (SCES), 2013 Students Conference on IEEE, 2013.
- [8] Kebriaei, Mohammad, Abolfazl Halvaei Niasar, and Behzad Asaei. "Hybrid electric vehicles: An overview", 2015 International Conference on Connected Vehicles and Expo (ICCVE). IEEE, 2015.
- [9] Karden, E. "Microhybrid Goes Mainstream: Battery Selection and Trends", Advanced Automotive Battery Conference Europe, 2011.
- [10] "Global EV outlook 2016—Beyond one million electric cars", International Energy Agency, 2016.

#### Curiosidade:



### CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO

O Departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto, disponibiliza um conjunto de cursos de especialização de curta-duração destinados fundamentalmente aos alunos de cursos de engenharia, bacharéis, licenciados e mestres recém-formados na área da Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica, assim como a quadros no ativo que pretendam atualizar conhecimentos ou adquirir competências em áreas transversais da Engenharia Eletrotécnica.

Os cursos terão uma duração variável entre as 8 e as 16 horas, funcionarão à sexta-feira em horário pós-laboral, ou preferencialmente aos sábados de manhã. O requisito mínimo para frequentar estes cursos será o 12º ano completo, sendo recomendada a frequência de um licenciatura ou mestrado em Engenharia Eletrotécnica e/ou Engenharia Eletrónica.

- |   |  |
|---|--|
| - Dispositivos Lógicos Programáveis (FPGAs)   | - Máquinas Elétricas Assíncronas de Indução                                  |
| - Eficiência Energética na Iluminação Pública | - Máquinas Elétricas Síncronas de Corrente Alternada                         |
| - Instrumentação e Medidas Elétricas          | - Projeto ITED de uma Moradia Unifamiliar                                    |
| - Máquinas Elétricas - Transformadores        | - Projeto de Redes de Terra em Instalações de Baixa Tensão                   |
| - Máquinas Elétricas de Corrente Contínua     | - Verificação, Manutenção e Exploração Instalações Elétricas de Baixa Tensão |

Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 471, 4200 -072 Porto  
Telefone: +351 228340500 Fax: +351 228321159  
[www.dee.isep.ipp.pt](http://www.dee.isep.ipp.pt)





## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO :



António Augusto Araújo Gomes aag@isep.ipp.pt  
Mestre (pré-bolonha) em Engenharia Eletrotécnica e Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.  
Professor do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 1999. Coordenador de Obras na CERBERUS-Engenharia de Segurança, entre 1997 e 1999. Prestação, para diversas empresas, de serviços de projeto de instalações elétricas, telecomunicações e segurança, formação, assessoria e consultoria técnica.



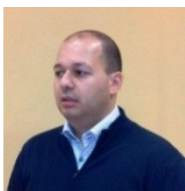
António Carvalho de Andrade ata@isep.ipp.pt  
Licenciatura. Mestrado e Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.  
Colaborador da EDP-Energias de Portugal (22 anos)  
Professor a juntar ao departamento de Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia do Porto

Carlos Eduardo G. Martins  
WEG Equipamentos Elétricos S.A.

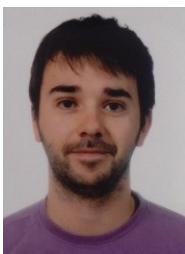
Ewelina Szwal ee.szwal@gmail.com  
Aluna ERASMUS do curso de Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica-Sistemas Elétricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto.



Fernando Jorge Pita fjafp2014@gmail.com  
Formado pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto em Engenharia Eletrotécnica.  
Engenharia de Manutenção da Indústria Electrónica-Texas Instruments (8 anos). Supervisão de Serviços Técnicos de Manutenção (18 anos). Supervisor de assistência técnica da M. Simões Jr. Supervisor de assistência técnica da Superex-Maquinas e Sistemas, Lda.. Diretor Técnico da MCI-Maquinas de Costura Industriais S.A. 30 anos na Formação, desenvolvendo, coordenando e apoiando tecnicamente diversos projetos de formação, em Centros de Formação e Empresas de Formação Profissional.



Hélder Nelson Moreira Martins helmar@televes.com  
Licenciatura em Engenharia Electrónica e Telecomunicações na Universidade de Aveiro, participou num projeto sobre Televisão Digital Interativa no Instituto de Telecomunicações em Aveiro e possui uma Pós-Graduação em Infraestruturas de Telecomunicações, Segurança e Domótica realizada no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Curso Avançado de Marketing Relacional e Fidelização de Clientes na Escola de Negócios Caixa Nova em Vigo. Desempenha funções no Departamento Técnico da Televisão Electrónica Portuguesa, S.A. desde 2003 e colabora com diversas entidades na área da Formação ITEDeITUR exercendo esta atividade desde 2006.



Hugo Ricardo dos Santos Tavares hugtavares13@hotmail.com  
Aluno do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica-Sistemas Elétricos de Energia do Instituto Superior de Engenharia do Porto.  
2012 a 2016-Sisint: Engenheiro de controlo e comando/proteções e subestações.  
Desde 2016-Kathrein Automotive: Departamento de qualidade

## COLABORARAM NESTA EDIÇÃO :



José Ricardo Teixeira Puga

jtp@isep.ipp.pt

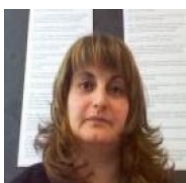
Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores.  
Professor da unidade curricular de Eletromagnetismo, no Instituto Superior de Engenharia do Porto. Detém ainda responsabilidades de vice-diretor da Licenciatura de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia e de Vice-Diretor do Centro de Prestação de Serviços – TID.



Manuel Bolotinha

manuelbolotinha@gmail.com

Licenciou-se em 1974 em Engenharia Eletrotécnica no Instituto Superior Técnico, onde foi Professor Assistente. Tem desenvolvido a sua atividade profissional nas áreas do projeto, fiscalização de obras, gestão de contratos de empreitadas de instalações elétricas, não só em Portugal, mas também em África, na Ásia e na América do Sul. Membro Sênior da Ordem dos Engenheiros e Membro da Cigré, é também Formador Profissional, credenciado pelo IEFP, conduzindo cursos de formação, de cujos manuais é autor, em Portugal, África e Médio Oriente.



Maria Judite Madureira Da Silva Ferreira

mju@isep.ipp.pt

Diretora do curso de licenciatura de Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia (LEE-SEE) no Instituto Superior de Engenharia do Porto – Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP).  
Assuas áreas de investigação são relacionadas com Redes Elétricas.



Pedro Miguel Azevedo de Sousa Melo

pma@isep.ipp.pt

Mestre em Automação, Instrumentação e Controlo pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Aluno do Programa Doutoral em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto desde 2001. Desenvolveu atividade de projetista de instalações elétricas de BT na DHV-TECNOPOR.

Sebastião Lauro Naw

WEG Equipamentos Elétricos S.A.



Teresa Alexandra Ferreira Mourão Pinto Nogueira

tan@isep.ipp.pt

Teresa Nogueira tem o doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e uma experiência de 20 anos de docência no ISEP. Desde 2010 é diretora do curso de mestrado em Eng.ª Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia.  
Áreas de trabalho: mercados de eletricidade, energias renováveis, eficiência energética e qualidade de serviço elétrico.  
Trabalhou 5 anos como projetista de máquinas elétricas: transformadores e aparelhos elétricos.

