



Guia de Treinamento

Módulo 1: Tendências da Engenharia

Implantação:

12 – 14 de novembro de 2018
em Bahia Blanca, Argentina

Hochschule Düsseldorf, Alemanha
FH JOANNEUM, Áustria

DI Wolfgang Kriegler (FHJ)

DI Dr. Kurt Steiner (FHJ)

Dominik Kretschmar (HSD)

Riccarda Behle (HSD)

Visão global

1	Introdução.....	3
1.1	Objetivos da aprendizagem	3
1.2	Metodologia & Conceito.....	4
3	Tendências da Engenharia no Desenvolvimento Automotivo.....	5
3.1	Trem de força	7
3.1.1	Tendências do ICE: Aumento da eficiência e proteção ambiental.....	8
3.1.2	Tendências no Trem de Força Elétrico	17
3.1.3	Tendência rumo ao Trem de Força de Célula a Combustível	27
3.2	Aspectos e Tendências de Veículos Avançados.....	32
3.2.1	Tendências no design de carroceria	32
3.2.2	Arquiteturas Híbridas	36
3.3	Sistemas de Produção.....	44
3.3.1	A indústria automobilística alemã:	45
3.3.2	Tendências na produção.....	48
3.4	Métodos e Tendências de Gerenciamento da Qualidade e Inovação	49
3.4.1	Gerenciamento da Qualidade	49
3.4.2	Tendências na Inovação	52
4	Atividades.....	56
5	Referências	58
	Lista de Figuras.....	60
	Glossário.....	60

1 Introdução

O módulo um é dedicado às “Tendências na Engenharia”. Começará com uma introdução geral das tendências mais recentes e tratará em seguida dos tópicos que foram identificados como os mais interessantes para nossas instituições parceiras – o grupo-alvo do projeto ASCENT. Inicialmente a FH JOANNEUM da Áustria começará o primeiro treinamento introduzindo as tendências de ICE e discutirá as tendências relacionadas ao trem de força elétrico bem como de célula a combustível. Em seguida, tendências e aspectos veiculares avançados estão na agenda. Estes incluem tendências tanto no projeto da carroceria quanto em arquiteturas híbridas. A Hochschule Düsseldorf da Alemanha continuará com as mais novas tendências na produção e na inovação. Portanto, especialmente os *inputs* e os desafios da indústria 4.0, fábrica digital e produção ágil são parte destes tópicos. Por fim, mas não menos importante, os parceiros expressaram seu interesse e a importância elevada do gerenciamento da qualidade na indústria automotiva e gostariam de saber em qual direção os desenvolvimentos podem nos levar e como o gerenciamento eficaz da qualidade pode ser ensinado em HEIs (instituições de ensino superior) locais.

1.1 Objetivos da aprendizagem

Após participarem deste treinamento, os estudantes (participantes) deverão ter um melhor *insight* da tecnologia de ponta atual e também das próximas tendências na indústria automotiva.

O treinamento irá mostrar exemplos da tecnologia atual, discutir forças e fraquezas e mostrar possíveis futuras melhoras e substituições. O foco deste treinamento será nas arquiteturas de trem de força (conceitos e tecnologias para trens de força convencionais, elétricos e híbridos) e tecnologias avançadas de veículo como *design* leve e outras inovações.

No final deste treinamento os participantes poderão comparar tecnologias e tendências diferentes e terão uma compreensão melhor de seu impacto no ambiente, esforço do desenvolvimento, desafios da produção e experiência/sensação para o motorista.

1.2 Metodologia & Conceito

O treinamento utilizará uma abordagem didática interativa para fazer com que os participantes se envolvam tanto quanto possível.

Cada tópico do treinamento será apresentado sucintamente pelos instrutores para que todos os participantes estejam no mesmo nível de conhecimento. A apresentação será acompanhada por atividades ou discussões em grupo. Desta maneira, será possível também envolver-se em perguntas individuais que possam vir de alguns tópicos.

Além disso, os tópicos e as discussões em si estão focados em perguntas contemporâneas e problemas de processos atuais de engenharia. Isto deve aumentar a motivação dos participantes para contribuir ativamente nas discussões e nas atividades.

Os instrutores tentarão também agrupar os tópicos diferentes tanto quanto possível, pois isto contribui extremamente para obter a visão global necessária nas tendências atuais na engenharia.

Ao lado da abordagem técnica pura, o treinamento examinará também tópicos adjacentes, tais como:

- Fatores para a mudança (alteração no clima, legislação...)
- Cenários futuros da mobilidade (eletrificado – automatizado – conectado)
- Alteração dos modelos de negócio (fabricantes automotivos tornam-se provedores de mobilidade)
- Solicitações do cliente (mobilidade compartilhada, custos operacionais baixos...)

3 Tendências da Engenharia no Desenvolvimento Automotivo

As tendências existem em todas as áreas de vida, não somente na engenharia, mas também na economia, política, ciência, tecnologia e cultura. E todas as tendências estão conectadas de algum modo em todas as áreas, influenciam-se e são iguais quando se trata da sua importância, que pode ser vista na seguinte figura. Por exemplo, o número crescente de pessoas que vivem nas cidades é causado pela tendência “urbanização”. Por sua vez, a quantidade mais elevada de pessoas em uma quantidade de espaço constante causa exigências alteradas para a mobilidade, que é uma das tendências na engenharia.



Figura 1 visão global de megatendências globais (Fonte: Nasscom)

No entanto, a inovação deve sempre ser baseada naquelas tendências para atender a padrões tecnológicos, necessidade econômica e para atender aos desejos dos clientes e às exigências legais. (Nasscom 2017)

As tendências mais óbvias na engenharia automotiva apresentadas atualmente estão listadas na Figura 1:



Figura 2: Eletrificado, automatizado e conectado (Fonte: Bosch)

No capítulo seguinte, o desenvolvimento do trem de força receberá foco especial, pois o trem de força afeta também as questões mais críticas, tais como emissões de CO₂.

Mas também serão apresentadas tendências na fabricação da carroceria e campanha publicitária atual a respeito da função de assistência ao motorista levando finalmente a carros automatizados.

3.1 Trem de força

Em geral, pode se prever uma diversificação aumentada de variantes de trem de força. Especialmente devido à redução de CO₂ exigida em todo o mundo, somente a eletrificação intensificada dos trens de força pode fornecer as emissões de CO₂ previstas, garantindo os objetivos climáticos para 2050.

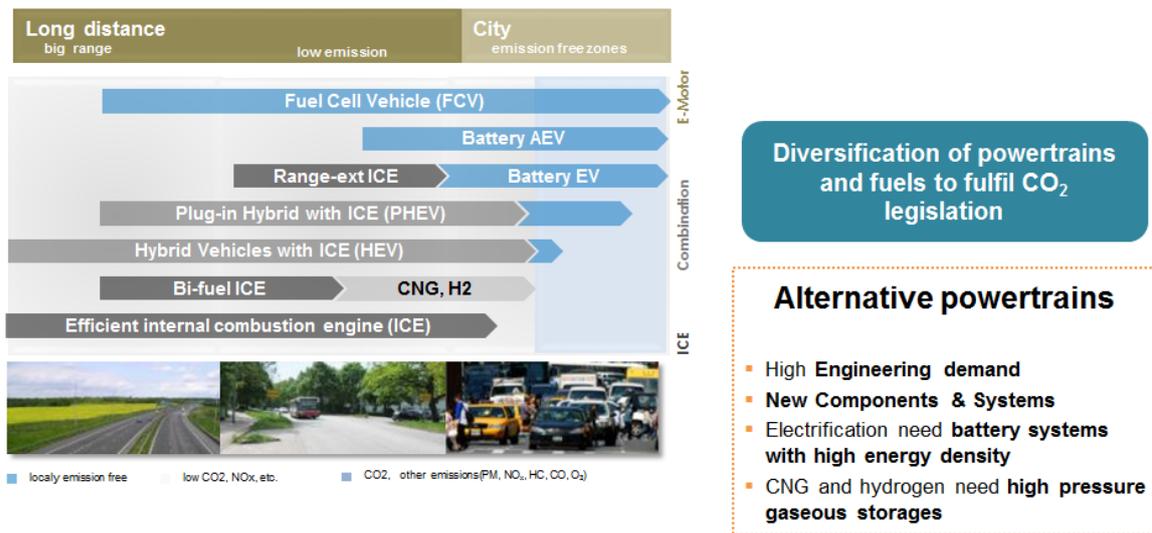


Figura 3: Diversificação prevista do trem de força em diferentes zonas de tráfego

Nos anos recentes, pode se ver a tendência que mesmo Comunidades iniciam sua própria legislação de emissão e restringem a entrada de veículos “poluentes” no seu território. Esta tendência começou com pedágios urbanos (Londres), proibição de motores diesel mais antigos (cidades alemãs) etc. Como pode ser visto na Figura 1 somente veículos com eletrificação elevada sobreviverão nas cidades em longo prazo. Especialmente os veículos com ICE serão proibidos nas cidades e utilizados somente para viagens de longa distância. Em todos os respeitos e disciplinas – pelo menos no ponto de vista de hoje – o veículo elétrico de célula a combustível será a solução mais promissora para o futuro.

3.1.1 Tendências do ICE: Aumento da eficiência e proteção ambiental

O trem de força de ICE convencional está sofrendo pressão política crescente. Em primeiro lugar, devido ao uso contínuo de combustíveis fósseis limitados. Enquanto isso, compreende-se que a disponibilidade de combustíveis fósseis será limitada e poderia também ser considerada como um desperdício e é, além disso, um dos principais contribuintes ao aquecimento global por suas emissões de CO₂. Em segundo lugar, o escândalo NO_x da Volkswagen – a VW e outros utilizavam software fraudulento em seus sistemas de controle da emissão, que produziam emissão menor de NO_x e maior de CO₂ quando testados, mas NO_x maior e CO₂ menor (consumo de combustível melhor) nas condições reais.

As consequências são severas: os governos mudam e intensificam os esquemas de teste e suas atividades de verificação. Junto com o alvorecer da idade da eletrificação, a maioria dos OEMs reduz ou mesmo interrompe atividades novas do desenvolvimento de gerações novas de ICE. Isto terá impacto negativo nas plantas de produção existentes, empregos, vendas e organizações de serviço.

Embora ninguém possa imaginar um mundo de transporte sem ICEs no momento, a tendência é de eletrificação – pelo menos na forma de híbridos - especialmente Híbridos *Plug-In* (PHEV) em que o motor ICE funciona em faixa operacional limitada, especialmente para longa distância, ao passo que o trem de força elétrico destina-se a uso urbano.

ICEs em geral serão utilizados nos regimes operacionais em que têm suas maiores vantagens: longa distância e demanda por potência (torque) elevada.

Como será a futura população de ICE?

Motores de ignição por centelha dominarão a área de aplicação de demanda de baixa potência. Isto se refere não somente a motocicletas, mas também a carros pequenos e médios. O combustível mudará gradualmente do fóssil (gasolina) para biocombustíveis renováveis, tais como etanol e metanol.

Muitos analistas supõem que o motor a diesel não sobreviverá na faixa de cilindrada abaixo do volume varrido de 2 litros para carros de passeio, embora do ponto de vista do CO₂ estes motores ainda tenham vantagem de 10 a 20% em relação aos de ignição por centelha. Isto é devido aos custos mais elevados especialmente para os sistemas sofisticados da injeção e de pós-tratamento e também devido a seu comportamento inerente de NO_x. No campo de caminhões de longa distância, navios e geração remota de energia, em que se requer potência

elevada por um período de tempo mais longo, os motores a diesel sobreviverão por muito mais tempo do que os carros de passeio.

De qualquer maneira – também além do ano 2050 – acredita-se fortemente que os motores ICE otimizados serão operados em modelos híbridos de carro de passeio, trens de força pesados, tais como caminhões de longa distância, locomotivas, navios, aplicações aérea e aplicações estacionárias.

O alvo das atividades da pesquisa em todo o mundo deve ser aumento da eficiência e obtenção de “emissões de impacto zero”. Isto pode ser obtido também pela introdução de biocombustíveis e combustíveis sintéticos. Um combustível com menos CO₂ ou sem CO₂ pode ser mais eficiente e mais amigável ambientalmente do que um sistema de propulsão puramente elétrico.

Medidas de melhoria geral para todos os motores ICE

Como as emissões de CO₂ e o consumo de combustível estão diretamente ligados, há uma grande demanda para que os motores ICE reduzam o consumo de combustível. As principais tendências da engenharia neste campo são:

- **right sizing**: esta é uma combinação do *downsizing* (utilizar a menor cilindrada possível para o desempenho exigido) e *down speeding* (projetar motores para velocidade nominal reduzida e torque mais elevado em baixa rotação).
- **Redução do atrito** por meio de novos materiais e revestimentos não somente no motor ICE (em combinação com *down speeding*, que é também uma medida para redução do atrito) mas também na transmissão
- **Melhorar a termodinâmica** dos processos do motor, tais como redução de perdas de calor da parede, melhores sistemas de gerenciamento do calor, introdução de processos de Rankine e outros processos de recuperação da energia desperdiçada etc..
- **Aumentar a variabilidade** no motor ICE, tais como taxa de compressão variável, acessórios variáveis (demanda de acordo com a eletrificação e por sistemas de controle de acordo com a demanda) como bombas variáveis de óleo, bombas d’água e geradores.

- **Novos sistemas de combustão** e ambos os tipos de motor poderiam empregar sistemas avançados de combustão que ofereceriam emissões extremamente baixas do motor. Estes sistemas de combustões têm como alvo relações ar/combustível e faixas de temperatura em que a formação de NOx e de fuligem não é possível. Infelizmente, estes sistemas de combustões sofrem ainda de duas deficiências: não são viáveis em todo o mapa do motor e necessitam de controle sofisticado e caro, ou seja, para EGR (recirculação do gás de exaustão).
- **Apoiar desenvolvimentos de tecnologia nas transmissões**, que ajuda a colocar os motores ICE na área operacional de melhor eficiência.
- **Compelir atividades de desenvolvimento de combustíveis sintéticos** e seus processos de produção considerando-se o CO₂ global, melhoria das características da combustão e redução de emissões tóxicas locais.

Além disso, todos os motores ICE estão em desenvolvimento para **redução adicional de emissões tóxicas**, o que significa desenvolvimento adicional de sistemas de pós-tratamento (melhoria na faixa de trabalho e, mais importante, controle melhorado etc.);

Específicas da gasolina

As medidas nos motores a gasolina focam em melhorar o consumo de combustível (= CO₂) e melhorar os sistemas pós-tratamento da exaustão. O aumento na eficiência poderia ser obtido, por exemplo, por compressão variável, redução do calor na parede etc..

O seguinte esboço mostra um exemplo de como uma taxa de compressão variável pode ser obtida:

Exemplo: biela telescópica:

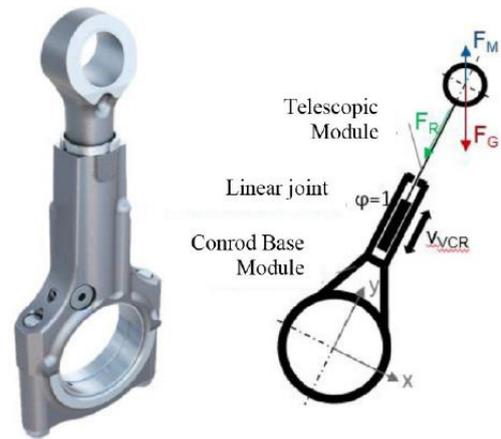


Abb. 2-1: Prinzipskizze Dual Mode VCS™ (Hüttner *et al.* 2018)

Figura 4: Biela telescópica para possibilitar duas taxas de compressão

As reduções da emissão focam na partida a frio e fases de aquecimento, em que ocorre a maioria das emissões. Após o aquecimento, as emissões são relativamente extintas pelo catalisador de três vias, quando o motor segue um conceito de $\phi = 1$.

No caso de um conceito de combustão pobre, o NO_x na exaustão deve ser tratado pelo catalisador DeNO_x, que armazena o NO_x com bário e, após seu preenchimento, necessita de uma fase de regeneração com mistura rica de combustível. Durante este período, o consumo de combustível é ruim. Os hidrocarbonetos do óleo e do combustível estão sendo tratados por um catalisador de oxidação.

Hoje em dia cada vez mais motores utilizam injeção direta devido à melhor eficiência/melhor consumo de combustível. Isto é principalmente resultado de resfriamento dentro do cilindro pelo combustível injetado. Devido ao fato que nestes motores o processo de mistura de combustível/ar é muito mais curto do que nos motores com carga homogênea, o processo de combustão torna-se não homogêneo e são produzidas partículas como nos motores a diesel. Estas partículas tornaram-se cada vez mais um problema em relação ao número e tamanho e levaram à exigência de filtros de particulados.

Desta maneira, as atividades atuais de P&D focam na aplicação apropriada de filtros de particulados, sua regeneração e estabilidade/envelhecimento em longo prazo.

Específicas do diesel

O foco dos motores a diesel está na redução da emissão de NOx sem perder as vantagens no consumo de combustível em comparação aos motores de ignição por centelha.

Em geral, as emissões de NOx de um motor a diesel podem ser reduzidas pelas seguintes medidas:

- Timing retardado da injeção: a desvantagem é um pior consumo de combustível (o centro de gravidade da combustão move-se para longe do ideal termodinâmico), aumento nas emissões de fuligem; o ruído da combustão é melhorado
- Recirculação do gás de exaustão: a desvantagem é o aumento nas emissões de fuligem (material particulado) e pior consumo de combustível
- Catalisador de DeNOx: usado raramente com motores a diesel; armazena NOx e necessita de regeneração com mistura rica em combustível ocasionalmente
- Sistema SCR (Redução Catalítica Seletiva). Este sistema de pós-tratamento possibilita ajustes avançados da injeção de combustível (= bom consumo de combustível) e emissões relativas elevadas de NOx do motor, que podem ser reduzidas no sistema SCR subsequente pela adição de UREIA (vendido comercialmente como “adBlue”) ao gás de exaustão

O foco dos desenvolvimentos atuais é a otimização adicional especialmente dos sistemas SCR para melhorar a dosagem do adBlue e para minimizar o *slip* da amônia (NH₃).

A figura mostra um sistema avançado de pós-tratamento da exaustão de diesel com DOC (Catalisador da Oxidação de Diesel), DPF (Filtro de Particulados de Diesel), Catalisador SCR e ASC (Catalisador *Anti-Slip* para NH₃). Além disso, mostra um sistema de controle sofisticado utilizando uma abordagem baseada em modelo para SCR.

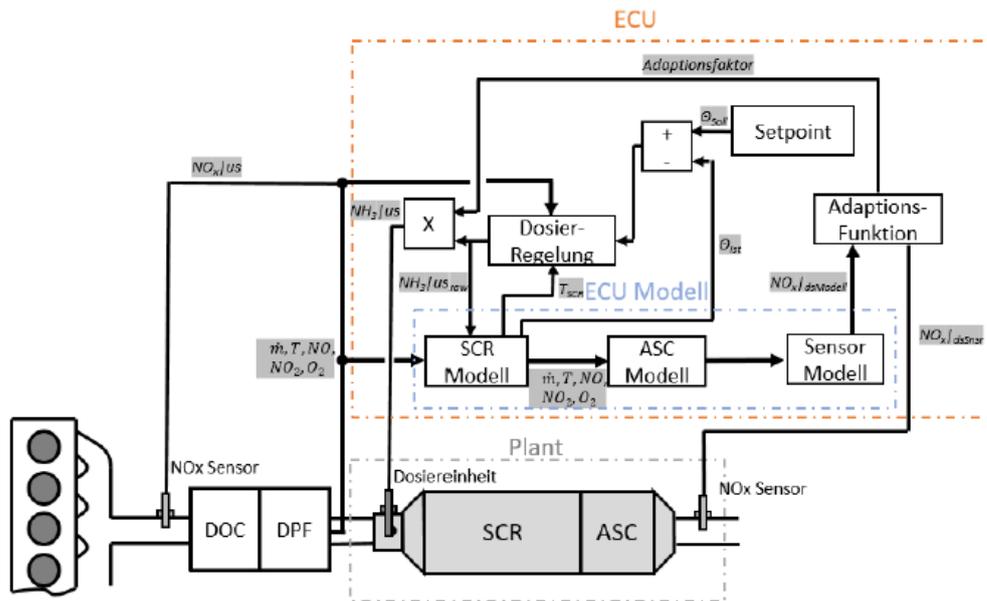


Figura 5: sistema de pós-tratamento moderno para diesel com 4 catalisadores e medidas de controle melhoradas (Fonte: Buchrieser/AVL)

A introdução de filtros de particulados foi muito importante para tornar o diesel ambientalmente aceito. A aplicação dos vários filtros de particulados parece estar bem estabelecida neste momento, não se observando muitas atividades de desenvolvimento. De qualquer maneira, a complexidade do sistema completo de pós-tratamento do gás de exaustão de diesel atingiu um nível que é pouco controlável e explica o ônus do custo dos motores a diesel de ignição por compressão em comparação aos motores de ignição por centelha, especialmente com cilindradas menores, que são mais sensíveis ao custo do que motores maiores, como os de caminhão.

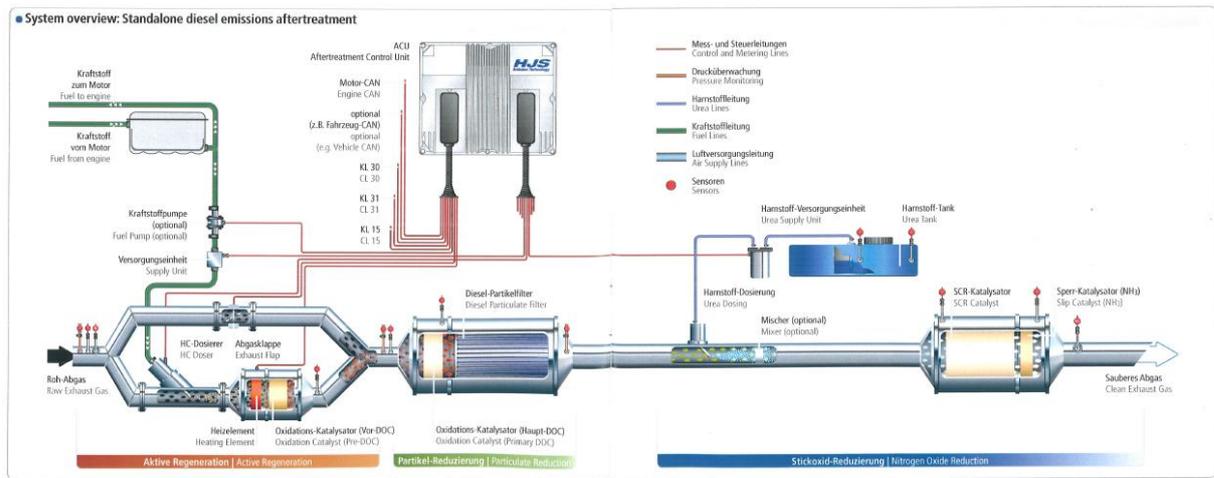


Figura 6: Sistema completo de pós-tratamento de diesel da HJS (Fonte HJS)

Sistemas futuros de combustão

Em anos recentes muita pesquisa foi feita em sistemas alternativos de combustão visando a reduzir as emissões tóxicas do motor sem degradar demasiadamente o consumo de combustível.

O alvo é obter emissões extremamente baixas de NO_x e de fuligem do motor. Como pode ser visto na Figura, os sistemas de combustões têm como alvo relação ar/combustível e faixas de temperatura em que a formação de NO_x e de fuligem não é possível. Infelizmente, estes sistemas de combustões sofrem ainda de duas deficiências: não são viáveis em todo o mapa do motor e necessitam de controle sofisticado e caro, ou seja, para EGR (recirculação do gás de exaustão).

E certamente quando a relação ar/combustível local e as temperaturas locais da chama estão em uma janela especial, as emissões de NO_x podem ser reduzidas drasticamente e a emissão de particulados pode ser evitada. A Figura 6 mostra esta área e a localização dos diferentes processos de combustão listada também.

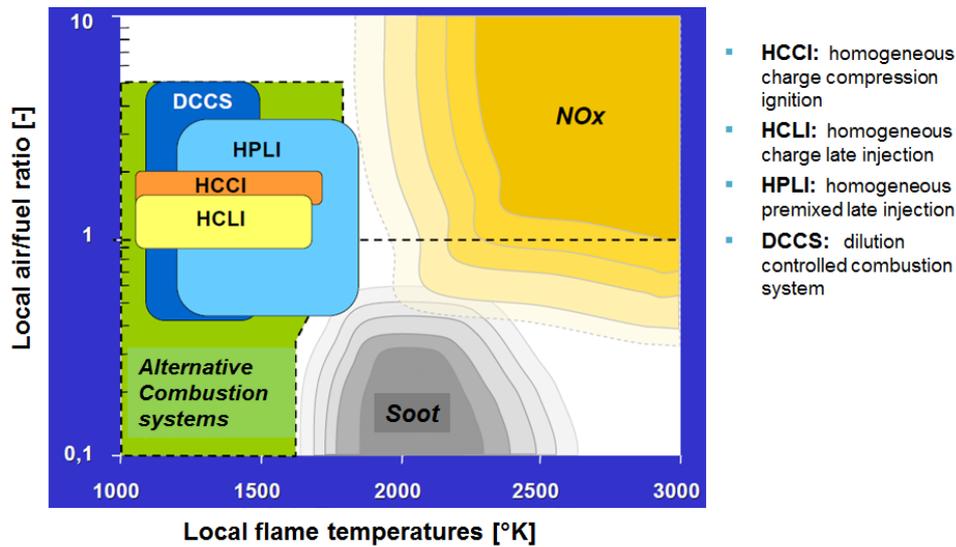


Figura 7: Área dos sistemas alternativos de combustão no mapa de temperatura de chama/relação de combustível

Estes sistemas de combustões seriam realmente vantajosos; infelizmente, há algumas desvantagens. Até o momento não se conseguiu realizar a aplicação em série nos motores de combustão interna devido às seguintes razões:

- A aplicação é somente possível em condições de carga parcial (não atua em cargas mais elevadas, o que significa que o motor deve retornar ao sistema de combustão convencional após passar por um determinado limiar de carga)
- Este sistema de combustão trabalha com taxas elevadas de EGR (recirculação do gás de exaustão) que requerem um controle muito preciso, o que não é fácil para EGR
- Sistemas de controle de ciclo fechado muito precisos e caros são exigidos, utilizando sensores caros e sensíveis, tais como sensores de indicação da pressão em cada cilindro. Estes sensores são apropriados para uso laboratorial, mas não são confiáveis por toda a vida do motor.

Embora um trabalho de pesquisa intensivo tenha sido feito nestes tópicos até o momento, não houve um avanço que abra espaço para a próxima geração de pesquisadores.

Combustíveis novos (neutros em CO₂)

Na Europa há uma discussão contínua a respeito de como reduzir as emissões de CO₂ até 2050. A resposta mais provável para estas perguntas é deixar de usar completamente os combustíveis fósseis.

Uma alternativa aos combustíveis fósseis líquidos são os chamados biocombustíveis de 2^a. ou 3^a geração, que não usam alimento (questões éticas), mas os resíduos da agricultura. Usando biocombustíveis, haverá emissões de CO₂, mas há o argumento que o CO₂ está em um ciclo fechado – as plantas precisam dele para o crescimento e, quando queimado, volta para a atmosfera, de modo que os combustíveis podem ser considerados como de “impacto zero” ou como “neutros em CO₂”. Um dos argumentos a favor é que nós e nossos sucessores podemos usar a infraestrutura existente e motores de combustão interna existentes e comprovados. O uso de biocombustível é muito usual na América Latina, especialmente no Brasil. Alguns críticos querem eliminar completamente o CO₂ e aceitar somente a eletricidade ou o hidrogênio de fontes renováveis, tais como energia hidráulica, eólica ou solar.

A discussão foca também na pergunta se o combustível “neutro em CO₂” como o biocombustível pode ser considerado viável ou deve ser “sem CO₂”??

3.1.2 Tendências no Trem de Força Elétrico

Em comparação às tecnologias de trem de força termodinâmico, as tecnologias de trem de força elétrico são caracterizadas por eficiência muito elevada de “tanque/bateria para roda (TtW)” e o potencial para zero emissões locais. Assim, os veículos elétricos a bateria são considerados uma possibilidade favorável para tornar a mobilidade mais eficiente energeticamente e mais limpa e, sobretudo para descarbonizar a mobilidade. Isto pode ser verdadeiro, se a eletricidade necessária for produzida por fontes renováveis, ou seja, energia solar, eólica ou hidráulica.

Além disso, as tecnologias de trem de força híbrido e puramente elétrico possibilitam uma experiência de condução totalmente nova quanto a comportamento e desempenho.

Embora as tecnologias básicas estejam desenvolvidas e já disponíveis no mercado, a tendência rumo a tornar estas tecnologias acessíveis. Isto significa investimentos elevados em etapas de otimização, especialmente na metodologia de novo desenvolvimento, tecnologias de produção, sistemas de projeto modular e aplicação de materiais menos caros. Somente se estes veículos puderem ser oferecidos a preços razoáveis, quantidades maiores poderão ser vendidas, levando assim a um impacto ambiental considerável.

Todos os componentes, tais como motores elétricos, bateria, eletrônica de potência, sistema de refrigeração, controles, sistemas de carga são utilizados em muitas variantes diferentes e o mercado ainda não definiu qual o conceito. Além disso, números elevados de produção ainda não foram atingidos.

Levando estes fatos em consideração, pesquisa e trabalho desenvolvimental adicionais precisam ser feitos para a fabricação de produtos altamente eficientes, competitivos com custo otimizado e acessíveis. Confiabilidade e tempo de vida elevados são solicitados também pelo mercado.

Para cumprir o pleno potencial de BEV e PHEV, uma infraestrutura de carregamento suficiente deve estar disponível. Além disso, devido à demanda elevada de energia, novos PHEV e BEV necessitam de níveis de alta tensão de até 1000 V para o desempenho de pico.

No campo de veículos comerciais pesados e ônibus, os conceitos relevantes de trem de força são veículos elétricos a bateria *depot-bonded* e veículos híbridos. Os veículos *depot-bonded* legitimam a operação elétrica-bateria pura nos setores de serviços pesados e de ônibus porque as distâncias cobertas são calculáveis tanto na duração quanto no comprimento. Os veículos *depot-bonded* no uso urbano com intenso anda e para têm vantagens quanto a poluentes e emissões devido à recuperação potencialmente mais elevada da energia de frenagem. O uso de veículos pesados elétricos com bateria já começou; todos os caminhões e ônibus movidos a bateria elétrica para distâncias de até 800 quilômetros estarão disponíveis por volta de 2020.

Níveis de tensão

Sistemas de alta tensão (tensões acima de 60 V e recentemente até 800 V) são exigidos para percorrer distâncias longas com alimentação puramente elétrica. Os carros elétricos de categoria superior, tais como Teslas, Porsches etc, atingem os níveis de tensão mais elevados. Eles são a causa principal dos custos elevados de sistema e abordam também a questão da segurança, o que significa que um sistema caro de isolamento e de proteção contra toque é exigido.

Para expectativas de alcance menor, como para carros urbanos e também naturalmente para carros híbridos acessíveis, o nível de tensão de 48 V tem ganhado importância nos últimos meses.

Motores elétricos e Inversores

Efeitos grandes em termos de diminuição de poluentes e emissões de GHG e de geração de valor agregado podem ser obtidos por desenvolvimentos adicionais do motor elétrico.

Estruturas avançadas do motor elétrico, tais como novos tipos de enrolamento, materiais do motor ou topologias do motor, bem como a integração motor-inversor, oferecem potenciais elevados. A tendência é de motores elétricos altamente integrados com rotações mais elevadas (> 20000 RPM) para fornecer o desempenho exigido com peso mais baixo e menos espaço necessário. Além disso, as principais áreas de desenvolvimento do motor são escalabilidade, conceitos de baixo ou não magnético, conceitos de refrigeração e estabilidade térmica, soluções especiais de transmissão acoplando motor elétrico e ICE e segurança funcional de todos os componentes.

Inversores:

O controle avançado do motor melhora a eficiência, a densidade de potência de pico, e desempenho de potência de pico e a exatidão do torque (desempenho de condução).

Quanto ao “Controle do Motor e Software Diagnóstico”, os objetivos são parametrização rápida, modularização acentuada e características aumentadas de segurança. Portanto, esforço significativo de P&D é necessário para modelagem avançada, baseada em modelo, tais como algoritmos adaptáveis, flexíveis e de fácil autoaprendizado.

De importância elevada é o desenvolvimento de caixas de transmissão altamente integradas (caixa redutora) para os trens de força elétricos, que têm de obter perdas internas baixas, comportamento dinâmico otimizado e comportamento de NVH (ruído, vibração, aspereza) otimizado necessários para lidar com as rotações elevadas dos motores elétricos. O esforço de P&D é elevado, pois todos os componentes mecânicos para o uso automotivo (rolamento, retentor, fixação do ímã etc.)

O termo “Eletrônica de Potência” resume o conversor, conversor DC-DC e unidade de carregamento *on-board*. As atividades de curto prazo relacionam-se primariamente à eficiência aumentada, miniaturização e novos conceitos de refrigeração com ênfase especial em refrigeração de “alta temperatura”. Materiais novos, inversores *self-learning* e produção de volume elevado (por exemplo. GaN e SiC para inversores de ligação de baixa perda rápidos) minimizarão custos no médio e longo prazo e criarão valor agregado. O circuito de segurança e os componentes passivos da eletrônica de potência (fusíveis, resistores, capacitores, indutores) que podem lidar com a densidade de energia elevada e as exigências de segurança automotiva estão ausentes atualmente e precisam ser desenvolvidos. Esforços elevados de P&D em processos de fabricação são necessários para explorar o potencial valor agregado pleno na Áustria.

Os Sistemas de Potência Elevada com nível de tensão de até 1000 V oferecem a vantagem de correntes elétricas mais baixas necessárias para atingir o rendimento elétrico exigido. Portanto, os benefícios são cabos mais finos, motores elétricos menores e mais eficientes, menor geração de calor. Estes benefícios serão de importância elevada para sistemas de carregamento rápido. No curto a médio prazo, os sistemas de potência elevada estarão disponíveis no segmento de veículos de luxo e as primeiras aplicações entrarão no mercado por volta de 2020.

Além disso, são necessárias reduções de custo na produção dos componentes do trem de força elétrico, possibilitando que um número elevado de usuários finais disponha de recursos e utilize os benefícios destas tecnologias e, desta maneira, amplie os impactos ambientais positivos. Tais tecnologias somente podem tornar-se difundidas à medida que os custos destes sistemas diminuam. A pesquisa e o desenvolvimento aplicados nestas áreas, especialmente no campo de tecnologias da produção, continuam a ser exigidos.

Baterias

A mudança rápida na tecnologia da bateria pode ser vista como um desafio grande para todos os desenvolvedores de veículos elétricos a bateria. Assim, grandes esforços precisam ser feitos quanto à avaliação e teste para reduzir o risco de investimento na tecnologia incorreta ou já obsoleta. Novas habilidades e competência precisam ser estabelecidas para compreender a química da célula, processo de produção, efeitos do custo e desenvolvimento de sistemas de gerenciamento otimizado da bateria. Isto aborda também a integração segura de novas tecnologias de célula nos conjuntos de bateria, reconhecimento precoce dos riscos, prevenção de falhas e respectivo gerenciamento da qualidade.

Uma boa visão global sobre todos os tipos de célula de bateria fornece o assim chamado diagrama de Ragone, que mostra a relação entre capacidade de potência (W/kg) e capacidade de energia (Wh/kg), Veja a Figura.

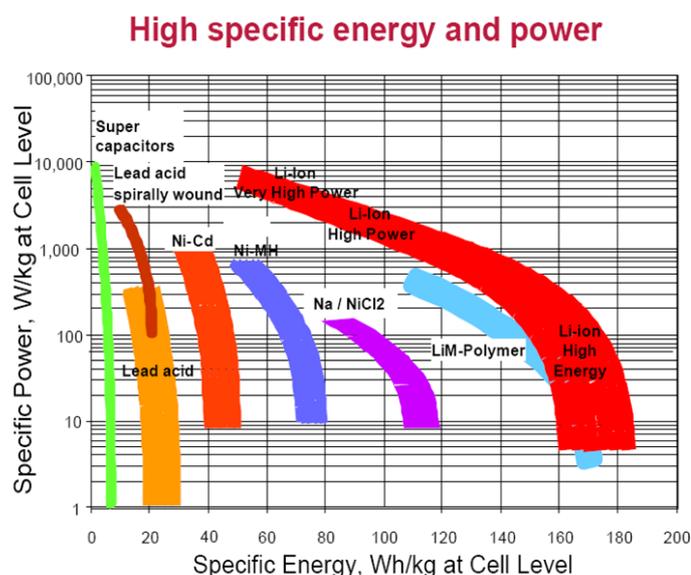


Figura 8: Diagrama de Ragone para o armazenamento de energia elétrica

Nos anos recentes, o desenvolvimento de baterias de Li-Ion estava em foco e diz-se que o desenvolvimento em andamento é devido a um aumento de aproximadamente 4% na capacidade da célula todos os anos. Outras tecnologias, tais como quaisquer tipos de baterias de chumbo ácido, NiMeH, ainda estão no mercado (o Toyota Prius usou NiMeH!), mas podem ser consideradas obsoletas para aplicações na propulsão de EV.

As células de Li-ion podem ser desenvolvidas em ambos os sentidos, energia específica elevada (como necessária em veículos elétricos puros para distâncias maiores) ou no sentido de potência elevada (como aplicado em veículos híbridos).

A reação básica de baterias de Li-Ion pode ser vista na figura abaixo:

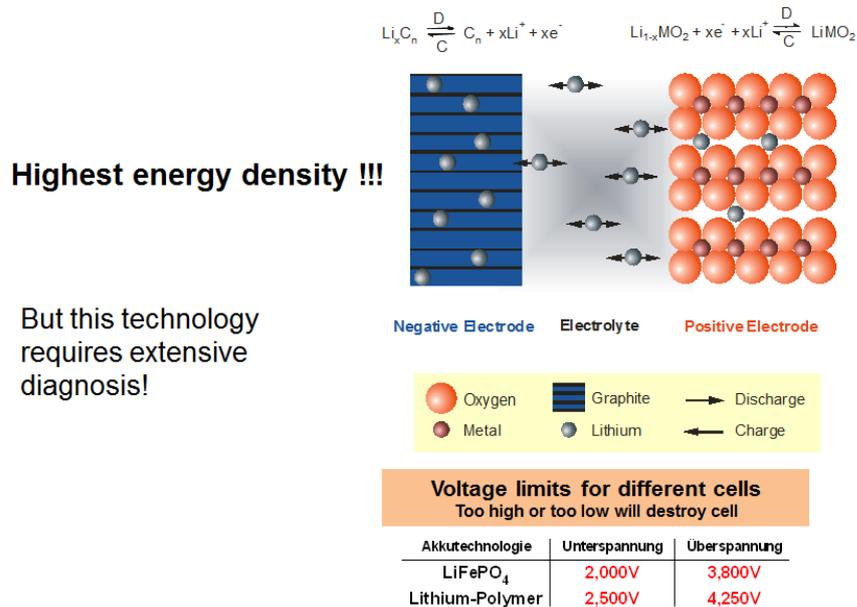


Figura 9: Reação de célula Li-Ion básica

Novas tecnologias podem ser vistas no horizonte, como mostra o roteiro da célula de bateria:

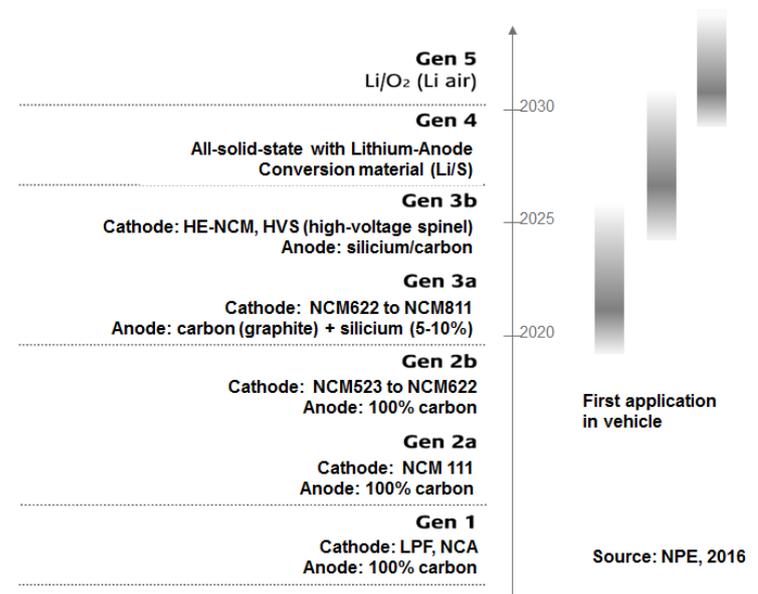


Figura 10: Roteiro da tecnologia de células de bateria até 2030

Os desenvolvimentos atuais estão no estágio 2b a 3a e seu foco principal é reduzir drasticamente o conteúdo de cobalto e aumentar a tensão da célula dos atuais 3,7 a ~ 4,3 volts.

O cobalto é caro e tóxico. As próximas gerações de baterias serão chamadas de baterias de “estado sólido”. Nas baterias de estado sólido, o eletrólito não é mais um líquido orgânico, mas sim um polímero sólido ou mesmo vidros especiais. Com esse design, o eletrólito não pode mais vazar e, portanto – além de capacidades mais altas (fator 2 a 3 em comparação às baterias de hoje) – eles também não podem queimar facilmente.

Pesquisas de longo prazo ocorrem para as chamadas baterias “metal/ar”, que retiram o material de oxidação do oxigênio do ar, reduzindo drasticamente o peso. Atualmente, o carregamento é o grande problema e os especialistas não esperam que elas estejam no mercado antes de 2030.

Pode-se afirmar que o desenvolvimento da célula ainda não está resolvido e, portanto, os fabricantes de automóveis estão um pouco confusos e hesitam em escolher sua tecnologia de célula, já que ela pode se tornar obsoleta em poucos anos.

Mas as baterias não consistem apenas de células: uma bateria completa para aplicações automotivas é um componente complexo e consiste em um invólucro especial, dispositivos de conexão e desconexão, fusíveis, capacidade de aquecimento e refrigeração e um complexo sistema de gerenciamento de baterias, também responsável pelo carregamento seguro.

A Figura 10 mostra os principais componentes de uma bateria automotiva moderna

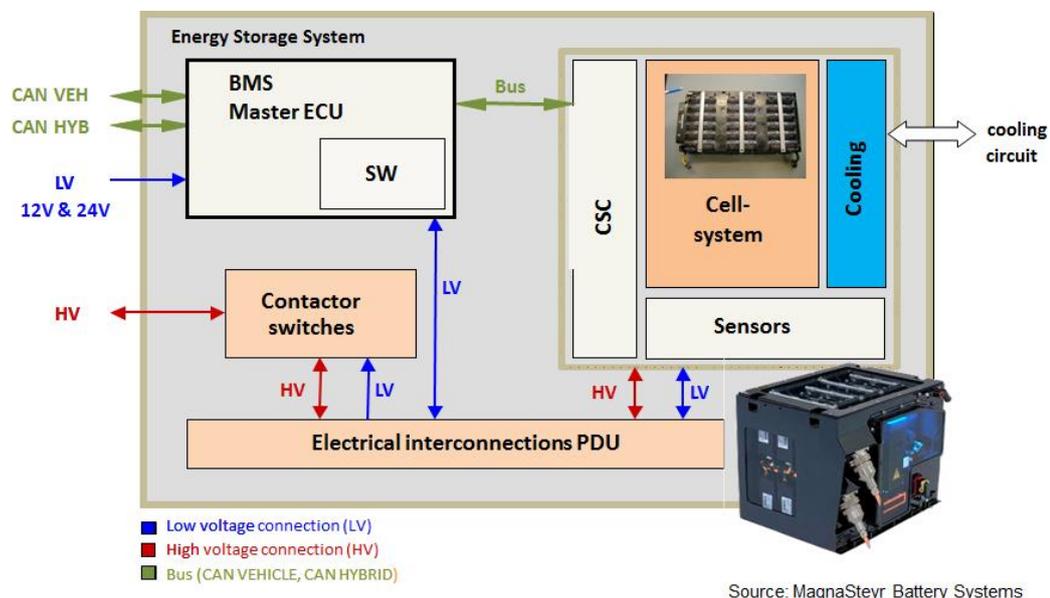


Figura 11: Arquitetura de Bateria Automotiva

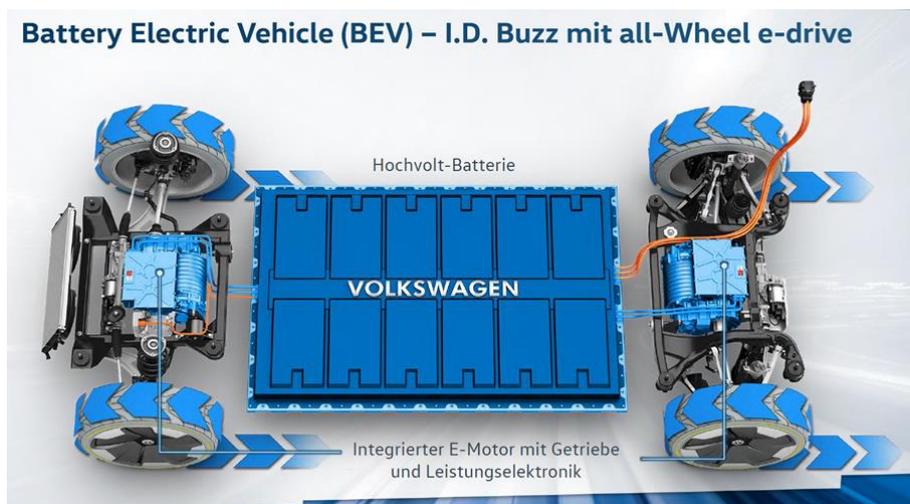


Figura 12: integração de bateria “sob o capô” no veículo

Em resumo, as tecnologias de baterias são os principais impulsionadores do sucesso dos veículos híbridos e puramente elétricos. Os especialistas preveem que a densidade de energia dobrará e os custos cairão para cerca de 100 EUR/kWh no nível do módulo de bateria até 2020. Os efeitos ambientais positivos dos veículos elétricos a bateria são ainda maiores do que com os veículos elétricos híbridos. As tecnologias de baterias de íons de lítio (Li-ion) entraram no mercado, mas serão substituídas por baterias avançadas Li-ion (3ª. geração) e de estado sólido (4ª. geração) em longo prazo. Portanto, exige-se esforço contínuo de P&D. Novas tecnologias de baterias, como baterias de metal-ar (Enxofre-Ar, Mg-Ar, Li-Ar) com maior energia (e possivelmente, densidade de energia), bem como baterias integradas altamente modulares, não entrarão no mercado antes de 2030.

Nos últimos anos, as baterias para aplicações automotivas têm melhorado consideravelmente. No entanto, melhorias adicionais ainda são necessárias. O objetivo de todas as tecnologias de bateria é melhorar o conteúdo de energia em nível de tensão mais alto, relação potência-energia e integração, reduzir custos e aumentar a eficiência, durabilidade (estabilidade de ciclo) e segurança.

Além disso, como as baterias (tração) em aplicações automotivas são bastante novas, existem várias abordagens para atingir o mesmo objetivo. Por exemplo, os fabricantes de automóveis estabelecidos têm a demanda ambiciosa de atender às exigências de segurança automotiva não apenas em nível de sistema, mas também em nível de célula. Por outro lado, os fabricantes recém-estabelecidos de veículos elétricos a bateria desenvolveram métodos para obter o mesmo nível de segurança apenas em nível de sistema, utilizando células de bateria de produtos eletrônicos de consumo (com exigências de segurança mais baixas).

Sistemas de carregamento

O desenvolvimento de tecnologias de carregamento eficientes é fundamental para o sucesso dos veículos elétricos a bateria.

Sistemas de carregamento condutivo (com conectores) estão disponíveis e já foram parcialmente introduzidos no mercado.

O carregamento indutivo é visto como uma tecnologia de carregamento de médio a longo prazo. Uma vez que a eficiência de tais sistemas ainda é muito baixa e os efeitos dos campos magnéticos no corpo humano e no ambiente ainda são desconhecidos, mais investigações e esforços de P&D são necessários.

Os sistemas de troca de baterias exigem um alto nível de padronização, o que afeta os OEMs em sua liberdade de design. Dois estojos são necessários - um no chassi do carro e - um para os módulos de bateria, aumentando também o peso e a complexidade. Além disso, eles exigem um alto número de baterias padronizadas adicionais para garantir a disponibilidade constante de baterias carregadas. Isto é visto como um desafio financeiro e logístico. Custo e imagem são sérios obstáculos, uma vez que a jurisdição da garantia não está legalmente esclarecida na UE. Consequentemente, pode-se concluir que os sistemas de troca de baterias não valem a pena para uso comum, pelo menos por enquanto. A situação pode ser julgada de maneira diferente nas operações de frota sob condições controladas.

O carregamento rápido (carregamento com alta corrente) é outra tecnologia para reduzir o tempo de carregamento. No entanto, o carregamento rápido requer gerenciamento térmico sofisticado da bateria, para evitar a redução da durabilidade da bateria e a perda de eficiência do próprio processo de carregamento. Além disso, apresenta grandes desafios para satisfazer a alta demanda de energia e a estabilidade da rede. Uma abordagem para superar restrições de rede é usar baterias tampão nas estações de carregamento – as primeiras soluções já estão disponíveis no mercado. No entanto, as tecnologias de carregamento rápido ajudam a atender à ansiedade dos usuários, embora os testes de campo mostrem que os usuários confiam relativamente pouco no carregamento rápido porque tendem a carregar seus veículos em casa ou no trabalho.

Carregamento sem contato/indutivo:

Abordagens foram feitas para melhorar o comportamento das pessoas e evitar o manuseio de cabos às vezes sujos e molhados. Por meio de bobinas e alta frequência, a energia é enviada da unidade de carga para o piso dos veículos. Isto poderia ser uma maneira elegante de recarregar os veículos elétricos sem mãos sujas, mas também a eficiência deve ser considerada. Até agora, tais sistemas não podem competir com sistemas condutores padrão. A influência das transferências de energia de alta frequência para o meio ambiente, como animais e seres humanos, precisa ser investigada para evitar quaisquer resultados negativos.

3.1.3 Tendência rumo ao Trem de Força de Célula a Combustível

O hidrogênio “verde” permite um sistema de energia integrado, eficiente e socialmente sustentável. Para atingir as metas climáticas que foram acordadas em Paris 2015, é necessária uma descarbonização do sistema energético completo. A eletricidade verde e o hidrogênio verde são a única fonte de energia real para essa alteração de energia!

Existem duas tecnologias principais de células a combustível para aplicações automotivas. Por um lado, a célula a combustível de Membrana de Eletrólito de Polímero (PEMFC) e, por outro lado, a Célula a Combustível de Óxido Sólido (SOFC). As características distintas da PEMFC incluem faixas de temperatura/pressão mais baixas (por exemplo, 50 °C a 100 °C) e uma membrana especial de eletrólito de polímero.

O SOFC tem um óxido sólido ou eletrólito cerâmico e opera em altos níveis de temperatura entre 500 °C e 1000 °C. Ambas as tecnologias, PEMFC e SOFC, oferecem um grande potencial de sinergia com suas respectivas tecnologias de eletrólise, a eletrólise da membrana de eletrólito de polímero e a célula de eletrólise de óxido sólido (SOEC). Portanto, essas tecnologias também são discutidas.

A introdução no mercado de um número notável de veículos com célula a combustível começou em regiões selecionadas em 2014 com o Hyundai iX35 seguido em 2015 pelo Toyota Mirai. Antes disso, a Daimler distribuiu 200 veículos Classe A de F-Cell para clientes selecionados. Neste outono, a Daimler começa a venda da sua primeira SUV com célula a combustível, GLC Fuel Cell ou F-Cell.

A tabela mostra em quais campos são necessárias outras atividades de pesquisa e que devem ser continuadas.

	Curto Prazo até 2025	Médio Prazo 2025–2030	Longo Prazo 2030+
Célula a Combustível de Membrana de Eletrólito de Polímero - PEMFC	8	9	>9
Célula a Combustível de Óxido Sólido - SOFC	<8	8	>9
Armazenamento de Hidrogênio <i>On-Board</i>			
Conceitos de Veículo com Célula a Combustível	9	9	>9
Teste & Validação	9	9	>9
Produção de Células a Combustível e Componentes	<8	9	9

 sistema completo e qualificado = TRL 8

 sistema real comprovado em ambiente operacional = TRL 9

 totalmente estabelecido no mercado – medidas de P&D ainda exigidas (TRL > 9)

Figura 13: Prontidão do mercado de tecnologias avançadas de trens de força termodinâmicos em termos de TRL (níveis de prontidão tecnológica)

As atividades atuais de P&D em componentes de células a combustível são focadas em **eficiência, resistência, tempo de vida e custo.**

Os grandes investimentos em produção de alto volume exigidos para reduzir os custos dos sistemas de célula a combustível e, portanto, o preço dos veículos, são o maior obstáculo para a introdução de sistemas de célula a combustível.

Para a aplicação em veículos de passeio, o foco está atualmente na Célula de Combustível PEM. Dependendo do projeto do trem de força, as células a combustível operam em níveis de

potência de 15 a 30 kW para veículos com extensor de alcance, aplicações de APU e aplicações Combinadas de Calor e Potência (CHP) de até 100 kW e mais potência para veículos de célula a combustível “puros”.

Os veículos com extensor de alcance Fuel Cell são elétricos a bateria com células a combustível para manter a carga ou como uma solução de reserva no caso de uma bateria descarregada. Em veículos de célula a combustível “puros”, a célula a combustível fornece a quantidade total de energia elétrica. Uma bateria pequena ou supercapacitores são necessários para casos de alterações de carga altamente dinâmicas e desempenhos de pico.

Um esforço muito forte de P&D é realizado atualmente, especialmente no desenvolvimento de novos materiais de baixo custo com alta durabilidade sob altas cargas dinâmicas para a célula a combustível. No que diz respeito à segunda geração de veículos de célula a combustível, o foco está na substituição de catalisadores de metais nobres na célula a combustível.

SOFC

Para reduzir o uso de "matérias-primas críticas" definidas pela UE, é necessário mais P&D no campo de componentes de módulo SOFC de baixo peso fabricados com Metalurgia do pó, catalisadores qualificados e eletrólise de alta temperatura (SOEC) - por exemplo, via recursos com pouca ou sem platina e por meio de reciclagem, reduzindo ou evitando o uso de elementos de terras raras. Isto é de especial importância, uma vez que a eletrólise é a única maneira de produzir hidrogênio verde.

Armazenamento de Hidrogênio

Quanto ao armazenamento de hidrogênio, na primeira geração de veículos com célula a combustível, são utilizados tanques com nível de pressão de até 700 bar. Os sistemas de tanques atingiram um nível razoável, mas ainda assim a tecnologia usada é cara e sua estabilidade de longo prazo não é tão comprovada. Portanto, é necessário um esforço muito forte de P&D para o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de hidrogênio que atinjam altas densidades de armazenamento em níveis mais baixos de pressão, enquanto os custos são reduzidos.

No setor de serviços pesados, o uso de células a combustível PEM em ônibus urbanos é considerado um mercado comercial inicial. Isso ajuda também no aumento no número de

postos de combustível com hidrogênio, pois tais postos recebem um cliente confiável algumas vezes por dia, justificando o investimento.

No campo de veículos pesados e ônibus, a SOFC estará pronta para o mercado no curto prazo, utilizada como uma unidade de energia auxiliar e como um extensor de alcance. Infelizmente, este tipo de célula a combustível não pode fornecer qualquer benefício de CO₂ quando operado com combustível fóssil padrão. Se operado com hidrocarboneto de bioestoque, o equilíbrio de CO₂ seria influenciado.



Figura 14: Veículo Toyota "MIRAI" (= Futuro) e componentes FC

Resumo dos Conceitos de Veículos com Célula a Combustível

No uso automotivo, as Células de Combustível PEM e SOFC serão usadas, seja para REX-FCV de alcance estendido e/ou veículos "puros" alimentados por FC. Especialmente para PEMs, serão realizadas sinergias com a eletrólise PEM, para possibilitar que os clientes produzam hidrogênio de forma descentralizada.

Resumindo as tendências detalhadas no desenvolvimento de células a combustível:

- otimização de NVH /
- melhora da eficiência /
- resistência/tempo de vida /
- redução de custos (minimizar o uso de materiais preciosos)/
- aumentar a aceitação do cliente

Geração de Hidrogênio

Tendências: melhorar custo / tempo de vida / segurança / otimização do processo de produção / redução de peso / embalagem

3.2 Aspectos e Tendências de Veículos Avançados

3.2 1 Tendências no design de carroceria

- **Peso Leve/** Seleção de material para carroceria bruta
- Desenvolvimentos de segurança passiva: segurança ativa
- Novos conceitos de veículos para carros, ônibus e caminhões eletrificados e automatizados
- Novos métodos de produção dependendo do volume de produção

Por muitos anos, o design de carroceria foi dominado pelos desafios crescentes em termos de segurança e conforto, resultando em mais e mais peso. Como exemplo, o peso de um VW Golf normal dobrou dos anos setenta até 2010. Portanto, agora é hora de mudar o sentido da espiral de peso. Todos os OEMs estão agora tentando reduzir o peso do veículo basicamente introduzindo três medidas.

O gerenciamento eficaz do peso pode ser obtido por:

- peso leve com base no design,
- peso leve com base no material
- peso leve com base na produção.

O peso leve baseado em design consiste em:

- Integração funcional: uma peça para duas ou três funções, evitando muitas peças
- Design Multimaterial: usar o material de acordo com a resistência individual
- Sistemas de Gerenciamento de Colisão Completos com integração funcional feita de alumínio fundido
- Novas soluções orientadas à forma usando as chamadas otimizações biônicas para reduzir materiais, especialmente para componentes que estão em fluxos de ar ou líquido
- Modelagem intensiva

Peso leve com base no material:

- Uso de materiais sintéticos reforçados com fibra, ligas otimizadas de metal leve (Al, Mg, Ti)
- Aplicação de chapa de aço de alta resistência (TRIP, encruamento térmico, aço multifásico)
- Novos materiais híbridos com componentes de ligas leves, aço, fibra de vidro, fibra de carbono
- Revestimentos de metal duro

- Aumento das porções de reciclagem em ligas de alumínio

Peso leve com base na produção:

- Novas tecnologias de junção (solda CMT, soldagem por feixe de elétrons, colagem etc)
- Desenvolvimento de novos Ad-Ons de soldagem para combinações de soldagem incomuns
- Desenvolvimento de novos processos de produção eficientes para materiais híbridos
- Novas tecnologias de deformação

Como a seleção do design da carroceria é altamente dependente dos números de produção projetados anualmente, a Figura a seguir dá uma ideia de qual conceito é utilizado atualmente.

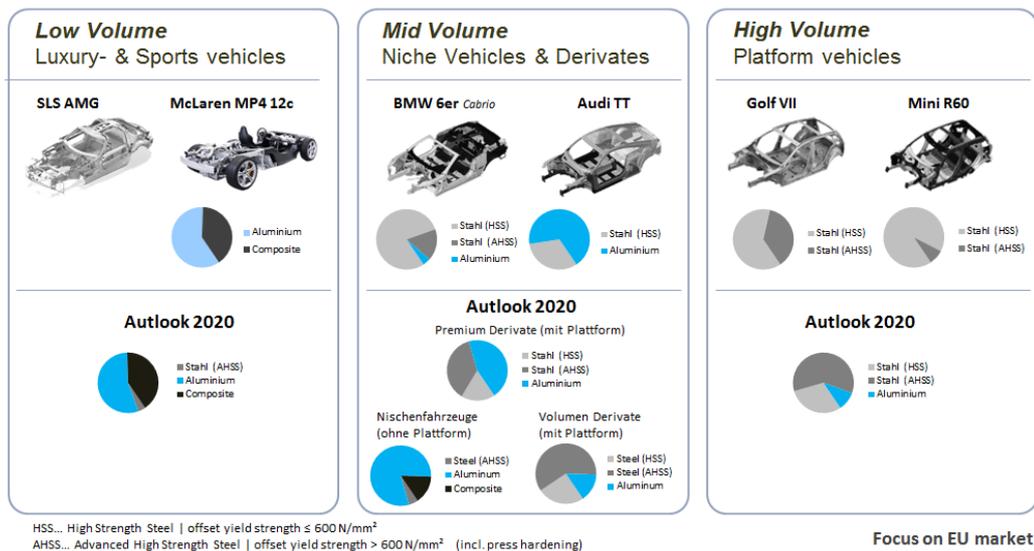


Figura 15: Processos de Carroceria Automotiva na produção e perspectiva 2020

Para comparar os possíveis processos e vinculá-los ao volume de produção e, especialmente, para obter custos razoáveis, foi traçado o gráfico a seguir.

Body in white concepts depending on annual volume and price costs for painted body (including doors and closures)

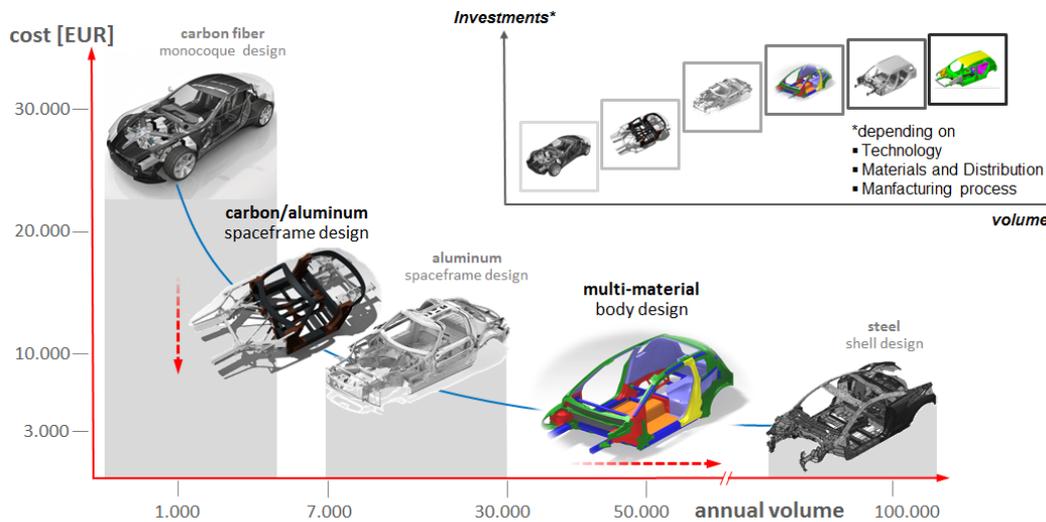


Figura 16: Custos versus Volume para diferentes conceitos de carroceria bruta

Uma tendência relativamente nova no projeto de carroceria bruta é o design multimaterial para números de produção média em torno de 50000 peças por ano. Este conceito de design tenta combinar diferentes materiais e usá-los onde eles têm propriedades superiores. Segundo o slogan: “o material certo no lugar certo”, alumínio, fibra de carbono, aço avançado de alta resistência, fibra de vidro e até mesmo materiais de madeira são combinados. Desta maneira, novos chassis leves podem ser projetados, mas foco especial deve ser colocado na capacidade de reciclagem dos diferentes materiais.

Segurança Passiva versus Segurança Ativa

Como mencionado no início deste capítulo, uma das razões pelas quais o peso dos veículos aumentou enormemente nas décadas recentes foram os padrões de segurança rigorosos e continuamente aumentados, que só poderiam ser atendidos por projetos mais fortes e mais pesados. Assim, a segurança passiva do veículo, incluindo os sistemas de contenção dos ocupantes, atingiu um nível muito alto.

Novos conceitos de veículos para carros e ônibus eletrificados e automatizados oferecem a chance de ir em direção diferente, pois oferecerão um alto grau de segurança ativa. Esperamos que estes desenvolvimentos levem a evitar colisões completamente e, em seguida, os veículos

poderiam reconstruir sua segurança passiva a um mínimo que os tornaria mais leves novamente.



Figura 17: Novos conceitos de veículo com alta segurança ativa, mas com segurança passiva reduzida

Outros novos conceitos de veículos automatizados, chamados de “People Mover”, serão desenvolvidos.

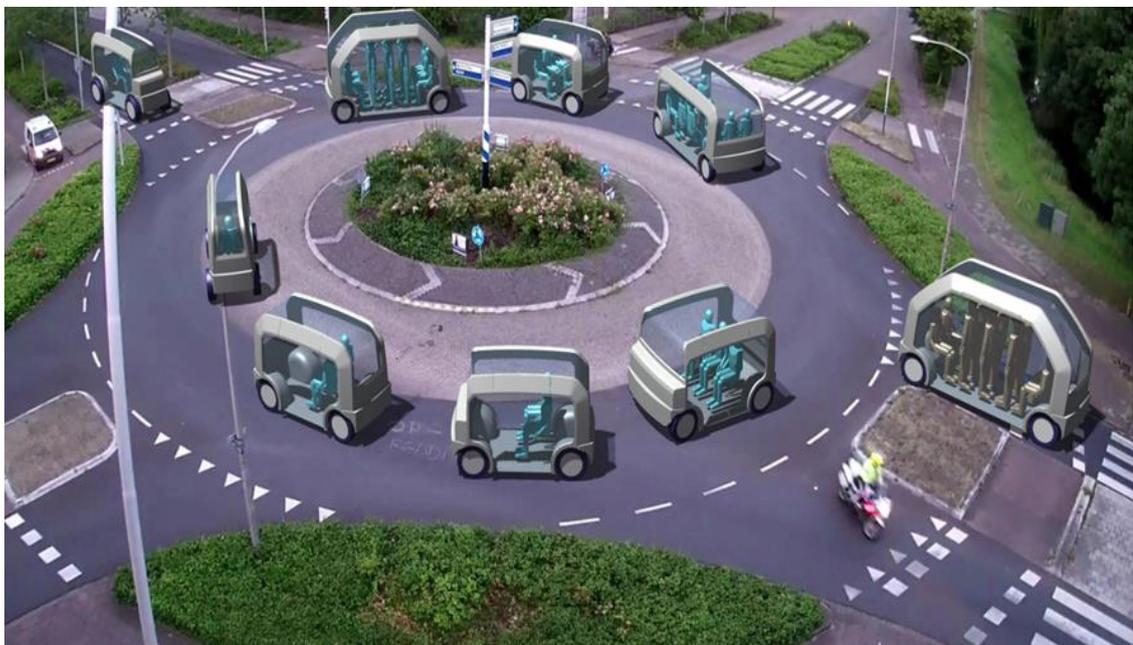


Figura 18: Novos conceitos de Mobilidade formarão o transporte urbano do futuro

É cada vez mais reconhecido que até carros esportivos de categoria superior, veículos comerciais (vans e caminhonetes), trens e navios estão sendo eletrificados.

3.2.2 Arquiteturas Híbridas

Escolha do motor ICE

Como o ICE é operado de maneira substancialmente diferente (corte de pico de demanda, mudança de ponto de carga, partida/parada...) em um híbrido em comparação a um trem de força termodinâmico puro, a adaptação especial de motores de combustão existentes ou o uso de motores de combustão alternativos permite uma redução adicional de emissões e do consumo de combustível. Motores convencionais a gasolina ou diesel são apenas a escolha de curto prazo. Abordagens alternativas (processos de combustão modificados, como Miller/Atkinson) ou mesmo conceitos de motores alternativos com baixa cilindrada para uso em aplicações extensoras de alcance são opções promissoras.

No campo dos veículos comerciais, o foco de P&D está nos conceitos de motores a diesel e gás natural, alguns dos quais já foram lançados e vão entrar no mercado no médio prazo.

Sistemas de 48 V

Um papel especial em HEV pode ser previsto para sistemas de 48 V, especialmente em carros de passeio que são produzidos em números elevados sob pressão de preço extraordinária. Sistemas híbridos econômicos baseados em 48 V serão uma solução atraente neste segmento. Sistemas de 48 V serão aplicados como parte do trem de força, bem como em sistemas auxiliares (freios, direção, sistema AC, etc.). Prevê-se que, em futuro próximo, os carros de luxo utilizarão tensão de rede de 48 V, já que os sistemas de conforto auxiliar estão atingindo seus limites com sistemas de 12 V.

Sistemas micro-híbridos utilizando sistemas de 12 V não podem fornecer benefícios ambientais suficientemente eficientes, pois os níveis de potência alcançados até 3-4 kW não são suficientes para cruzeiro elétrico ou frenagem regenerativa. Assim, os sistemas de 48 V que fornecem níveis de potência de até 8 a 10 kW – recentemente relatados até 30 kW, atingindo assim a área levemente híbrida – prometem proporcionar notável consumo de combustível ou reduções de CO₂ em funções como frenagem regenerativa, ICE auxilia por meio de tecnologias de turbocompressor elétrico ou mesmo a chamada “navegação” que se torna possível nesses níveis de potência.

Uma solução economicamente viável é implantar um Motor de Partida-Alternador, (BSG).

Um benefício adicional pode ser criado por "acalmar" a dinâmica ICE, o chamado "corte de pico de demanda".

Um aspecto importante dos sistemas de 48 V é que eles não exigem medidas de proteção contra toque que são prescritas por lei para sistemas acima de 60 V. Como consequência, treinamento especial e equipamentos de segurança para manuseio de alta tensão em garagens não serão necessários em curto prazo.

A introdução de sistemas de 48 V exige uma extensa pesquisa no desenvolvimento de componentes de 48 V, tais como motores elétricos e inversores. Especialmente a tecnologia de fusão e troca de altas correntes é um grande desafio. O desenvolvimento de componentes do sistema 48 V como tecnologia de ponte para veículos elétricos de grande porte oferece uma boa oportunidade de negócios no futuro.

Arquiteturas de Divisão de Potência em Série/ em Paralelo

A funcionalidade e a eficiência dos grupos de propulsão híbridos também dependem fortemente da arquitetura ou topologia selecionada.

Em série:

Na arquitetura em série, todos os componentes do trem de força são dispostos em série, ou seja, o fluxo de energia é o seguinte: ICE – alternador – inversor – dc-link – (bateria) – inversor – motor elétrico. Nesta configuração, o ICE não tem conexão direta com as rodas. Se tal trem de força fornecer o desempenho completo do veículo, todas as máquinas mencionadas anteriormente precisam ter aproximadamente a mesma potência nominal, o que leva a 3 grandes motores. Estes três motores principais são geralmente muito grandes e caros (duas máquinas elétricas, dois inversores) especialmente para aplicações de carros de passeio predominantemente na cidade. Portanto, este tipo de híbrido raramente é realizado, mas principalmente em ônibus, trens, navios ou outras grandes máquinas.

Em geral, a eficiência do trem de força híbrido em série é baixa devido ao alto número de conversões de energia. Assim, a potência química do combustível é convertida em energia mecânica com relativa baixa eficiência, então no alternador essa energia mecânica é transferida para energia elétrica e assim por diante. Finalmente, a energia elétrica foi reconvertida no motor elétrico para energia mecânica. Portanto, precisa-se passar por até 11 fatores de eficiência até que a energia esteja nas rodas. Considerando este fato, este tipo de híbridos também poderia ser chamado de "máquina de conversão de energia".

Uma variante do arranjo em série é o chamado “Extensor de Alcance” (REX), onde o dimensionamento de potência do conjunto ICE-alternador é significativamente menor do que o sistema *e-drive* nas rodas. Uma grande bateria fornece a energia para uso “normal”. Como o nome indica neste arranjo, o alternador ajuda a prolongar o alcance da condução predominantemente elétrica e recarrega a bateria caso a distância percorrida seja significativamente maior do que o normal. A potência do alternador pode ser escolhida entre 5 e 15 kW – mas é óbvio que, quando a bateria estiver com baixa energia (o que pode ocorrer mais frequentemente do que o esperado), o veículo irá “arrastar-se para casa” somente com aquela energia – tornando-se um obstáculo no tráfego, especialmente em ambiente com aclives ou mesmo montanhoso. Por isso, é melhor escolher uma potência entre 30 a 40 kW, para que o desempenho do veículo não se deteriore tanto quando depender apenas do alternador. Transferir maior potência através da cadeia completa também significa que as eficiências envolvidas levam a um resultado geral abaixo do ideal – neste caso, uma conexão direta do motor ICE à roda economizaria cerca de 10 a 15% de consumo de combustível – uma quantidade considerável real. Mas a introdução dessa possibilidade criará um híbrido em paralelo do híbrido em série.

Pode-se afirmar que a tendência se distancia dos motores híbridos em série – por um lado, porque as baterias melhoraram significativamente nos últimos anos – a capacidade foi aumentada e o custo diminuiu – e, portanto, a necessidade de extensores de alcance tornou-se menos urgente. Por outro lado, a baixa eficiência mencionada de tal arranjo não é adequada em tempos quando os alvos de CO₂ estão se tornando cada vez mais rigorosos.

Em paralelo

Esta arquitetura é a mais comum devido à sua eficiência mecânica e de custo. Apenas um motor/inversor elétrico é necessário, pode ser dimensionado na faixa de potência mais baixa, pois o motor ICE assumirá a demanda de alta potência. E não há limitação de alcance, pois o alcance é determinado pela capacidade do tanque do veículo, como de costume.

A maioria das empresas, como a VW, Audi, Daimler etc. confiam neste conceito. A Daimler “inventou” uma nomenclatura e chamou as subversões desta arquitetura Px, como mostra a ilustração a seguir: Figura

A tendência indica que P2 oferece mais flexibilidade e vantagens. Com P1, a condução elétrica pura não é significativa, pois no modo elétrico o motor ICE deve ser motorizado e, assim, causa perdas severas. P2 com os dois dispositivos de separação antes e depois do motor elétrico

fornece condução elétrica pura, bem como todos os outros modos híbridos de uma maneira eficiente.

P3 com o motor elétrico após a transmissão é menos apreciada, pois o motor elétrico é operado com menor velocidade e maior torque para o mesmo nível de potência, resultando em uma máquina mais volumosa e mais pesada.

- Key characteristics:
- Direct, mechanical connection between ICE, electric motor and final drive
- ICE and electric motor(s) can provide traction torque at the same time („parallel“)
- Different variants, depending on arrangement of EM to other components

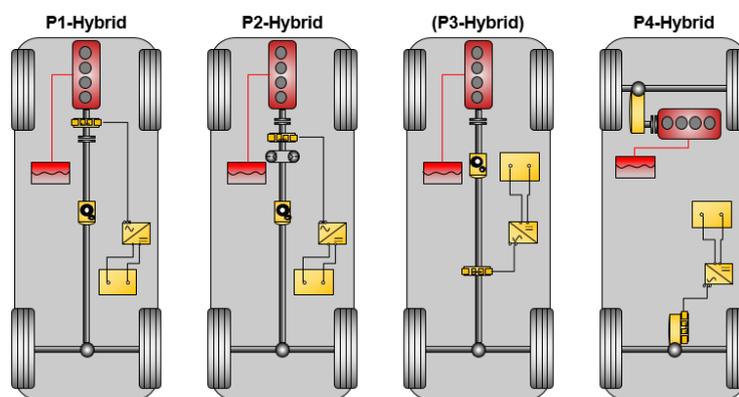


Figura 19: Arranjos híbridos em paralelo diferentes segundo Daimler

P4 é o sistema paralelo “ad-on” que usa um segundo eixo elétrico além do eixo motor convencional. Como mostrado na Figura, o eixo elétrico está na parte traseira; alguns carros esportivos colocam o eixo elétrico na frente. Existe um tipo de falha com P4, que é o carregamento da bateria. À primeira vista, apenas a recuperação da energia de frenagem e a geração de eletricidade por meio da estrada, ou seja, o eixo dianteiro fornece mais e o eixo traseiro está freando o excedente de energia, se possível. A quantidade de recuperação de energia de frenagem de um eixo traseiro é limitada e o carregamento pela estrada não é aconselhável devido à dinâmica de condução. Portanto, recomenda-se usar um gerador de alta tensão no ICE ou aumentar a bateria para um tamanho de *plug-in* e carregar a bateria da rede.

É utilizado, por exemplo, pela Peugeot.

Divisão de Potência / variável estrutural

Esta arquitetura foi introduzida pelo Toyota Prius no mercado em 1996 e este carro tem sido o mais bem sucedido híbrido desde então. Mais de 10 milhões de unidades foram produzidas.

Tecnicamente, o THS (Sistema Híbrido da Toyota) consiste de 2 máquinas elétricas, o ICE e um dispositivo de divisão de potência (conjunto de engrenagens planetárias):

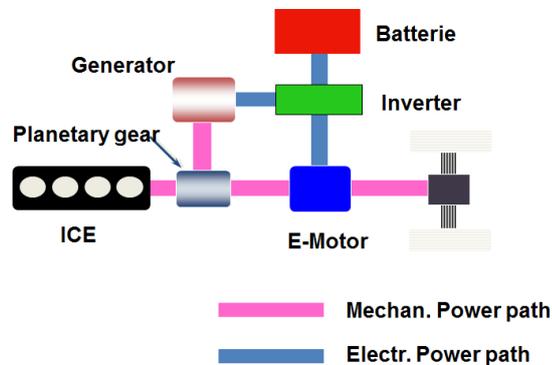


Figura 20: Arranjos híbridos THS - Toyota Prius

A ideia é que a maior parte da potência deve atingir as rodas através de um caminho mecânico, enquanto uma menor quantidade de energia é utilizada para controlar a velocidade do eixo de transmissão. Este arranjo permite a operação como CVT e a maioria dos clientes aprecia esta operação confortável.

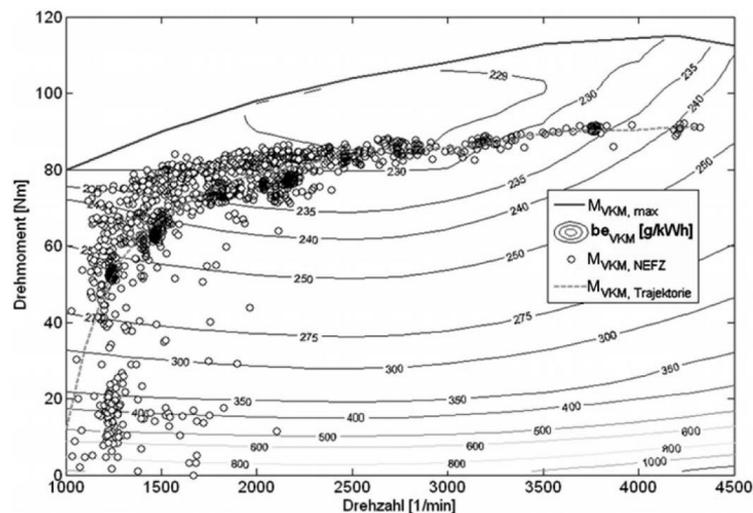


Abb. 6.9. Betriebspunkte des Verbrennungsmotors im NEFZ und die daraus ermittelte Trajektorie [106]

Figura 21: Pontos de operação do ICE Prius no mapa de ICE seguindo uma estratégia de CVT para obter baixo consumo de combustível

Tendência de arquiteturas híbridas: > PHEV (híbridos *plug-in*)

Na Europa, geralmente, a legislação não se preocupa com a tecnologia sob o capô do motor, abrindo uma exceção somente no caso de híbridos *Plug-In*. Dependendo da faixa elétrica pura, as emissões de CO₂ podem ser subtraídas do resultado do ciclo WLTP, tornando os PHEVs um conceito muito atraente para reduzir as emissões de CO₂ da frota.

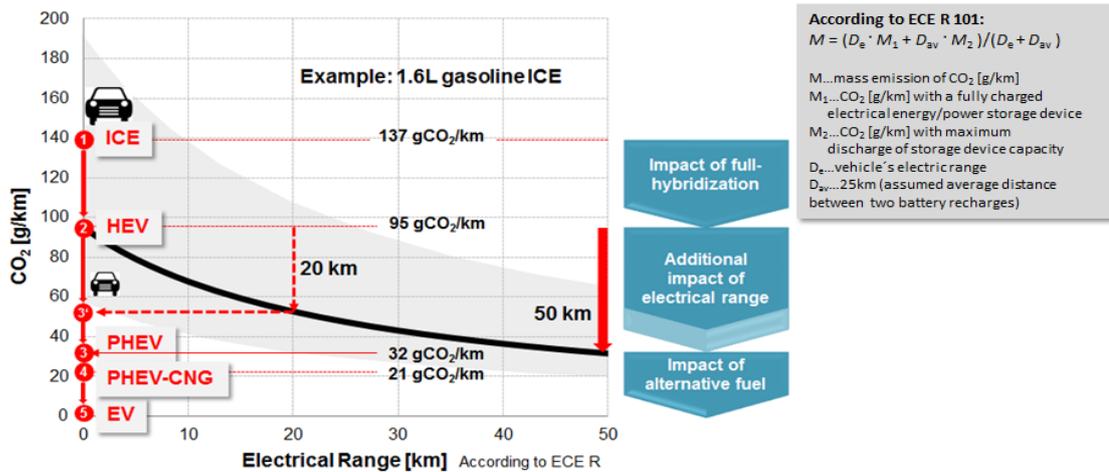


Figura 22: Economia de CO₂ por uma faixa elétrica pura de acordo com ECE R101

Exemplo: VW GTE ou Passat GTE

Plug-In Hybrid-Antrieb

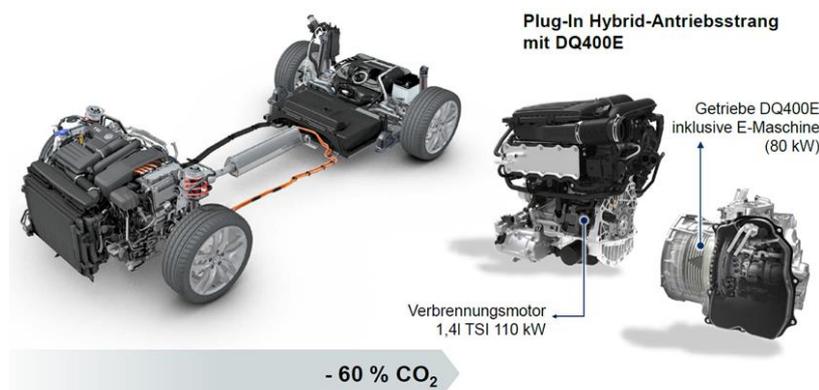


Figura 23: Componentes do grupo motopropulsor híbrido de um veículo VW Golf GTE

Transmissão

A transmissão está se tornando mais importante do que nunca com o aumento da eletrificação do trem de força. Integração total de todos os componentes elétricos na transmissão (transmissão híbrida) é uma tendência. Como o motor elétrico deve ser operado em altas velocidades (= alta densidade de potência), são necessárias novas engrenagens de redução silenciosa e eficiente para o eixo. A chamada transmissão híbrida cumpre a função de um

atuador para operar o ICE e o motor elétrico em paralelo e/ou em série. O esforço de P&D e o valor agregado na produção em massa são altos. O consumo de combustível pode ser reduzido em até 15%, otimizando a interação entre a transmissão e o trem de força global.

Cada vez mais o motor elétrico está integrado à transmissão, tornando o fornecedor de transmissão um fornecedor de todo o sistema híbrido.



Figura 24: Exemplo de Transmissão "Híbrida" do VW DQ400E

Para reduzir as emissões de ruído do ICE e da transmissão (em veículos híbridos elétricos), a P&D acústica continua a desempenhar um papel importante.

Devido ao seu peso elevado, as transmissões de caminhões precisam lidar com torques muito mais altos em ambos os sentidos, com números mais altos de degraus de transmissão em comparação aos carros de passeio, dificultando a integração de um motor elétrico. O esforço de P&D é particularmente alto, já que as expectativas de durabilidade e confiabilidade exigem testes mais extensos do que em aplicações de carros de passeio. O valor agregado da Áustria nesta área reside principalmente no desenvolvimento de sistemas completos de transmissão (transmissão, motor elétrico, inversor, embreagem) com atuadores associados e estratégia operacional.

Gerenciamento térmico

O gerenciamento térmico afeta tanto as condições de operação de componentes individuais quanto o conforto na cabine. O aquecimento e resfriamento da cabine sob temperaturas ambientais extremas pode reduzir significativamente o alcance de um veículo (elétrico). Em alguns casos, por exemplo, no tráfego urbano, a demanda de energia para aquecimento pode exceder a demanda exigida pela propulsão. Novas soluções para sistemas de armazenamento

de calor são de particular interesse. O calor não utilizado pode ser armazenado e usado efetivamente em um momento posterior (por exemplo, calor residual dos componentes do trem de força para aquecimento interno no dia seguinte). Os sistemas de armazenamento de calor químico (sem exigências de isolamento e duração de armazenamento indefinida) oferecem um alto potencial para este fim. Estes sistemas de armazenamento estão disponíveis em um nível básico, mas muito esforço de P&D ainda é necessário. O comportamento dos componentes elétricos, como baterias, inversores e motores elétricos, é de especial interesse em relação aos componentes do veículo.

Nos **Conceitos de Veículo com Célula a Combustível** a tendência de desenvolvimento vai para a **otimização de NVH** e alvos para aumentar a aceitação do cliente (também para aceitar a infraestrutura insuficiente no momento). Incentivos governamentais também são necessários para incentivar essa tecnologia; especialmente na China, o governo está apoiando veículos de célula a combustível com altos subsídios.

3.3 Sistemas de Produção

Nos capítulos seguintes, o foco muda do produto para a visualização da produção. O desenvolvimento histórico dos sistemas de produção (veja a Figura 25) começa com Ford e Tylor, que elaboraram um conceito de linha e conseguiram reduzir o tempo médio de produção de um Modelo T para 93 minutos. A produção em massa foi suplementada por **conceitos orientados**

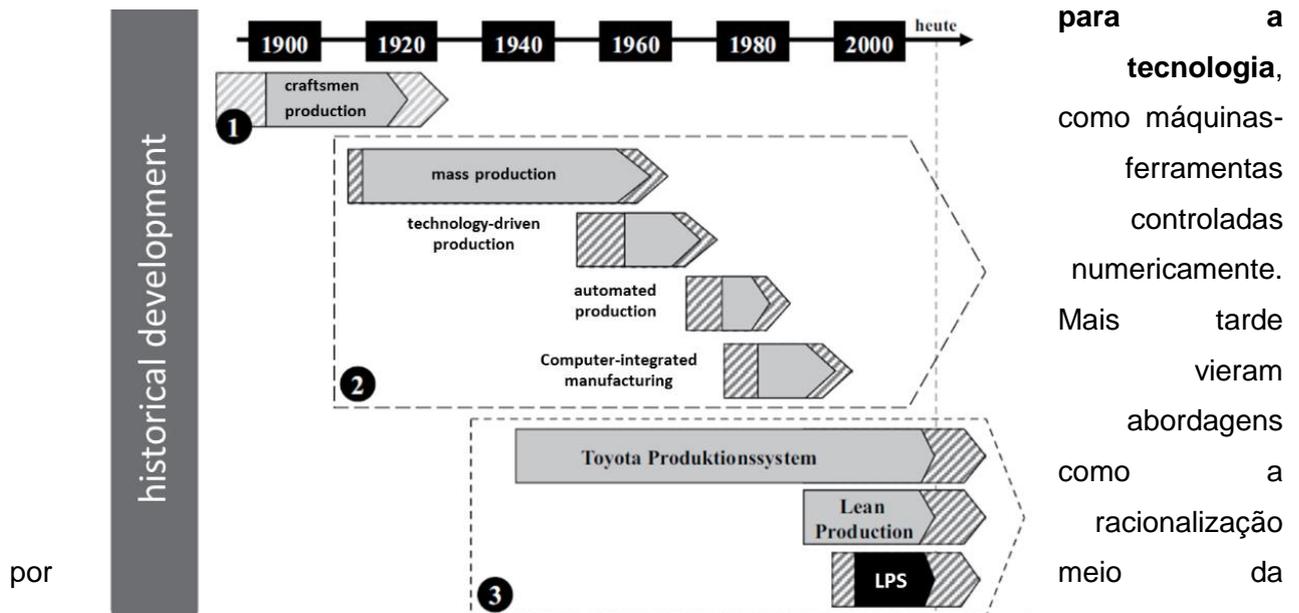


Figura 25: Fonte: Dombrowski, U.; Mielke T.: *Ganzheitliche Produktionssysteme*, 2015

automação ou **fabricação integrada por computador**. No entanto, a chamada segunda revolução na indústria automotiva foi introduzida pelo *Lean Production*, de Taiichi Ohno. Ele assumiu que um trabalhador alemão era três vezes mais produtivo do que um japonês e um trabalhador americano três vezes mais produtivo do que um trabalhador alemão. Portanto, a Toyota planejou aumentar nove vezes a produtividade em três anos. **Lean Production** é uma abordagem de otimização contínua de processos e envolve o design eficiente de toda a cadeia de valor. Com a ajuda de vários métodos, procedimentos e princípios, o objetivo é harmonizar processos e criar um sistema de produção holístico sem desperdício. Os principais aspectos da abordagem incluem foco no cliente e redução de custos. Os potenciais de resíduos devem ser identificados e eliminados, para que os valores possam ser criados e mantidos sem desperdício. Com extensão para um sistema, todas as áreas de negócios estão incluídas.

Como mostrado na Figura 25, a indústria automobilística foi pioneira na adaptação do sistema de produção enxuta, em que a indústria automotiva alemã estava relativamente atrasada. Também pode ser visto que houve uma adaptação entre os setores. Atualmente, o LPS é um dos métodos mais comuns (Dombrowski e Mielke 2015, 4 ff.).

Por mais de 100 anos, a linha de montagem na indústria automotiva definiu o ritmo. Uma nova abordagem é a **montagem modular**, que permite às empresas lidar melhor com a crescente complexidade e diversidade de variantes, de forma mais flexível e eficiente. A ideia por trás é

Figure 26:

uma produção sem uma linha de montagem, dissolvida em suas etapas individuais de trabalho. As novas estações de produção contam com um ou dois trabalhadores. Ao contrário de hoje, eles trabalham uniformemente em um ritmo contínuo porque não precisam mais ajustar suas atividades à velocidade da esteira. Além disso, eles não se movem mais com a banda. Veículos guiados automatizados (AGV) realizam o transporte das carrocerias e as peças entre as estações. Novos tipos de AGVs que podem se orientar e seu posicionamento centimétrico preciso ocorre via rede sem fio, com controle por computador central conforme necessário. A AUDI calcula uma vantagem de produtividade de cerca de 20% mais x, por meio da montagem modular. O "x" aumenta quanto maior o número de variantes (Basic 2016).

3.3.1 A indústria automobilística alemã:

Agora passamos da abordagem organizacional para abordagens mais técnicas. Aqui, novos modelos de negócios e digitalização são o maior impulso, preocupação com produção e pesquisa & desenvolvimento (veja a Figura 26) (PWC 2018).

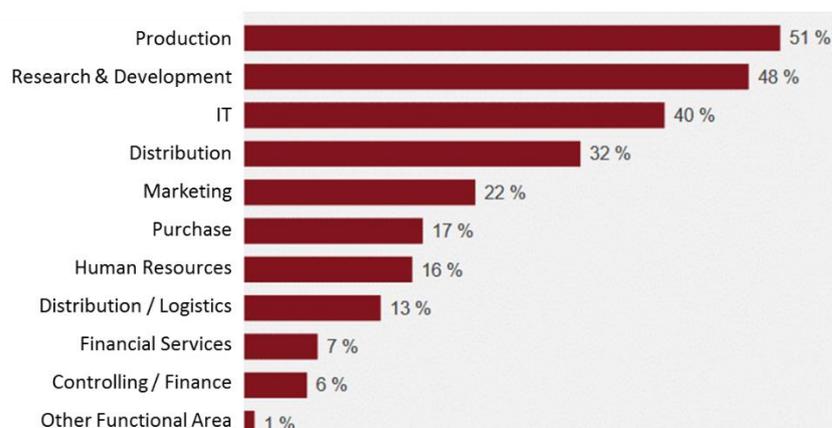


Figura 27: Áreas funcionais com maiores alterações devido a novos modelos de negócio / digitalização (Fonte: PWC, B2B-Survey "Stimmungsbarometer Automotive", Februar 2017)

O olhar para os esforços da indústria automotiva mostra uma visão mais detalhada. Como exemplo, a BMW e a Daimler concordam. Os objetivos são os resultados, as empresas esperam arquivar devido às áreas de atividade (Dunckern 2014).

BMW (Ebner 2014):

Objetivos:

- P&D para melhorar ainda mais a construção leve
- produção em massa: rede inteligente, melhorar a qualidade reduzindo o custo
- apoiar projetos ou novas estruturas de produção com abordagens de fábrica digital.

Áreas de atividade:

- simulação na produção
- sistemas de assistência na produção
- robótica e sistemas autônomos
- cadeia de valor em rede
- fábrica digital
- sistemas homem-robô
- sistemas de assistência móvel
- sustentabilidade

Daimler (Kienzle 2014):

Objetivos:

- encurtamento dos tempos de *start-up* por meio de segurança digital y,
- integração horizontal e vertical,
- redução dos prazos de aquisição de instalações de produção,
- otimização da produção e montagem,
- Automatização crescente por meio da interação homem-robô
- flexibilização da produção por meio de produção adaptável,
- otimização global de processos.

Áreas de atividade:

- vida digital no trabalho,
- processos de TI integrados (PLM, ERP, CAD, MES),
- fábrica digital e comissionamento virtual,
- fábrica versátil,
- robôs sensíveis.

Para categorização, as áreas de atividade podem ser agrupadas por tipo de atividade. Por um lado, um alto nível de atividade manual e, por outro, um alto grau de automação. Na verdade,

existem vários pontos em comum adequados a ambos. As tendências são explicadas no próximo parágrafo. O alto nível de atividade manual se destaca por uma pequena quantidade de robôs, atividades recorrentes para os funcionários, alta flexibilidade na produção, altos custos de pessoal e baixos custos de máquinas. Devido a isso, as tendências se voltam para robôs industriais sensíveis, sistemas de assistência, alta qualidade na produção e realidade aumentada. Alto grau de automação é definido pelos altos custos da máquina, baixa flexibilidade, alto grau de padronização e alta aplicação de robôs. Isto leva a mais problemas de manutenção preditiva, *big data*, comunicação M2M e sustentabilidade. As semelhanças são unidades de transporte autônomas, fábrica digital (planejamento e simulação), dados inteligentes para qualidade preditiva, ciclo de vida de dados, KPIs via painéis móveis, integração horizontal e vertical, OPC UA (como sinônimo de padrões) para comunicação, transparência na produção com RFID, nuvens e segurança de TI.

3.3.2 Tendências na produção

Indústria 4.0

A Indústria 4.0 significa a ligação digital entre seres humanos, máquinas e produtos e a digitalização da produção industrial. (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) Uma parte importante disso é a chamada “internet das coisas” [IoT], que descreve a conexão de produtos e dispositivos, a coleta de dados deles e, finalmente, a comunicação baseada na Internet e na nuvem com os dispositivos conectados entre si e conosco. Muitas das coisas conectadas serão sensores, que serão mais fáceis e mais baratos de produzir em um futuro próximo. Com isso, novos níveis de redes e conectividade entre máquinas e pessoas e também entre o mundo real e o mundo virtual serão possíveis. (Desjardins 2015)

A Indústria 4.0 leva à transparência e controlabilidade de processos, máquinas e plantas por meio de redes inteligentes, digitalização orientada e reorganização de processos orientada por valor. Três tendências podem ser destacadas:

Fábrica Inteligente: A rede de sistemas de produção embarcados, baseada em sistemas ciberfísicos, bem como processos ágeis, permite uma fabricação lucrativa de produtos, mesmo com alto grau de personalização até lote de tamanho u.

Gerenciamento de dados: Por meio do gerenciamento de dados e análise da enorme quantidade de dados, em resultado do sistema conectado. É possível criar uma alta transparência e transferir as informações por AI diretamente para o algoritmo de aprimoramento

Identificação e rastreamento de componentes: Outra vantagem da produção orientada por dados é a transparência na rastreabilidade de cada peça. Por exemplo, a peça pode ser representada virtualmente com base em gêmeos digitais e processos podem ser reproduzidos. Como resultado, as informações de toda a cadeia de suprimentos também podem ser usadas no fluxo de *feedback* para aprimoramento.

Produção eficiente em recursos

Vários fatores desempenham um papel na eficiência energética, como legislação e redução de custos. Simulações de fluxo de materiais e energia podem ser usadas para modelar processos de fabricação e fazer com que desafios como influências estocásticas e interações complexas sejam gerenciáveis.

Integração humana

Promover a eficiência e a ergonomia para o local de trabalho, com métodos de implantação estabelecidos, estruturas organizacionais enxutas e sistemas intuitivos de assistência de TI móvel. O design adequado do espaço de trabalho, baseado na digitalização como uma "estação de trabalho digital", pode aumentar a produtividade em até 30%. Nos processos de fabricação, acima de tudo, a disponibilidade de dados necessária e uma condição ideal de trabalho são importantes. Por meio da avaliação estocástica dos dados do pedido, não apenas o planejamento do processo, mas também as fábricas podem ser planejadas de maneira ideal para obter a melhor utilização possível. Devido à complexidade dos processos, o suporte humano é essencial. Por exemplo, robótica sensível ou exoesqueletos são usados aqui (IWU 2016).

3.4 Métodos e Tendências de Gerenciamento da Qualidade e Inovação

3.4.1 Gerenciamento da Qualidade

Inovações tecnológicas, concorrentes novos e financeiramente fortes, bem como modelos de negócios baseados em plataformas são os fatores mais importantes com que a indústria automotiva tem de lidar. Para lidar com tantas mudanças, a indústria automotiva precisa de processos eficientes e funcionários competentes. Para fornecer uma introdução fácil ao gerenciamento da qualidade, a Figura 28 oferece uma boa abordagem.



Figura 28: visão global generalizada dos procedimentos de gerenciamento da qualidade (Fonte: pharmamirror 2013)

A Figura mostra o procedimento para a introdução ou uso de QM. O **método 5S** é fácil de implantar e, portanto, está no início. O objetivo de um método 5S é projetar os locais de trabalho de forma que o trabalho possa prosseguir sem problemas, buscas e longas rotas de transporte e tempos de espera possam ser evitados, o que permite um trabalho livre de desperdícios. Um ambiente de trabalho limpo e ordenado também é considerado a base para um trabalho de alta qualidade. 5S significa: classificar (Seiri), colocar em ordem (Seiton), brilhar (Seiso), padronizar (Seiketsu) e sustentar / autodisciplina (Shitsuke).

O método 5S pode ser atribuído à filosofia de trabalho **Kaizen**. O conceito metódico é centrado na busca de melhoria contínua e infinita e contém cinco fundamentos centrais: orientação do processo, orientação ao cliente, orientação da qualidade, crítica e padronização. Kaizen persegue vários objetivos. O principal objetivo é uma maior satisfação do cliente, já que a aquisição do cliente é mais cara do que a fidelidade do cliente. Para garantir a satisfação do cliente, três fatores estão na vanguarda: redução de custos, garantia de qualidade e eficiência de tempo.

O próximo passo é **Lean**, mencionado anteriormente na visão global dos sistemas de produção (veja o capítulo 3.3). O termo refere-se à totalidade dos princípios de pensamento, métodos e procedimentos para o design eficiente de toda a cadeia de valor dos bens industriais. O cliente está no centro da atividade: Concentrar-se em seus desejos e necessidades, esta é a base para a orientação correta de um processo. A identificação do fluxo de valor: Isto é a decomposição dos processos em subáreas. Todos os processos dentro da cadeia de valor devem estar alinhados com esse fluxo de valor. O princípio do fluxo: Este fluxo de valor deve ser executado como possível sem interrupções e atrasos em um fluxo constante. O princípio da atração: Esta cadeia harmônica é executada de forma inversa, uma vez que toda atividade se origina do ponto de partida do cliente, que é de seu pedido. Idealmente, não há armazenamento, nem atrasos e nem tempo de espera, porque cada peça que é necessária em um fluxo constante está harmoniosamente no lugar exato onde é necessário. O processo de melhoria contínua: A ideia básica do *Lean Management* é o aprimoramento constante, novos métodos, ideias e processos de aprendizagem. Você não está satisfeito com o existente. Neste aspecto, nunca haverá um estado ideal, mas o caminho está sendo constantemente percorrido.

A combinação da abordagem enxuta japonesa e do método americano Six Sigma resultou no Lean Six Sigma, um método de gerenciamento de qualidade enriquecido com ferramentas enxutas. O nome Six Sigma vem do sigma matemático (σ) para desvio padrão e, portanto, dá seis vezes o desvio padrão. Segue a filosofia de atender aos requisitos do cliente de forma holística e lucrativa. A filosofia enxuta mencionada antes, sistematicamente identifica e elimina o desperdício na empresa e, portanto, agiliza os processos. Mais especificamente, Lean Six Sigma é uma estratégia para melhorar a qualidade e aumentar a produtividade, reduzindo fatores de confusão e erros nos processos. As qualificações do Six Sigma são dadas nos chamados "Belts". Os clássicos são Green Belts, Black Belts e Champions.



Figura 29 O ciclo Six Sigma DMAIC (Fonte: <https://iancos.files.wordpress.com>)

O método Six Sigma é baseado no ciclo DMAIC, que consiste nas primeiras letras das respectivas fases: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar). Como mostrado na Figura 29, as fases são construídas umas sobre as outras e estão conectadas entre si. Para cada fase existem ferramentas que podem ser usadas. O design cíclico garante melhoria contínua (Melzer 2015, S. 4).

A **fase de definição** considera a tarefa do projeto a ser processada, descreve a situação atual e define os objetivos (Melzer 2015, V). Além disso, a organização e o agendamento do projeto são definidos. O objetivo é gerar uma compreensão geral do projeto como uma equipe.

Para este propósito, o projeto é definido neste workshop, um contrato de projeto é apresentado, um SIPOC é criado e as primeiras melhorias rápidas são implantadas.

O objetivo da **fase de medição** é ver quão grande é o problema e até que ponto os requisitos do cliente são atendidos (Meran et al. 2014, S. 77). Para isto, são necessárias quantidades mensuráveis, que são processadas e avaliadas com a ajuda de métodos estatísticos (Toutenburg e Knöfel 2009, S. 70). O procedimento aqui é primeiro selecionar os critérios de medição de saída mais importantes, planejar e executar a aquisição de dados e calcular o desempenho atual do processo. O resultado da fase de medição é o nível sigma real (Benes e Groh 2017, S. 201).

A **fase de análise** é a terceira do processo DMAIC. Sua principal tarefa é apresentar as relações de causa e efeito das várias entradas e saídas. Para isto, os dados e resultados previamente coletados são verificados quanto a por que os objetivos de desempenho do cliente não são atingidos e como essas influências estão relacionadas. Muitos fatores diferentes podem influenciar o resultado do processo. Portanto, com a ajuda de várias ferramentas, os fatores que influenciam são revelados e, assim, os fatores principais são destacados para descobrir o potencial de melhoria na próxima etapa, com base na análise (Meran et al. 2014, S. 163).

A **fase de melhoria** descreve as ações, que são tomadas com base na análise de dados e a implantação é planejada e executada.

Para cada entrada significativa dos resultados da fase de análise, uma medida é obtida. Essas medidas podem ser óbvias, mas às vezes elas precisam ser resolvidas antes. Técnicas de criatividade podem ajudar (Melzer 2015, 63 ff.).

A **fase de controle** é a última em um projeto Six Sigma. Esta fase destina-se a impedir que as melhorias obtidas voltem a diminuir após a conclusão, garantindo assim a sua sobrevivência em longo prazo (Toutenburg und Knöfel 2009, S. 281). As responsabilidades são esclarecidas e um plano de gerenciamento de processo baseado no ciclo PDCA de Deming é introduzido. Novamente, o

nome é composto pelas iniciais das fases: *Plan* (Planejar), *Do* (Fazer), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir). Na fase de planejamento e execução, o processo é mapeado utilizando um mapa de processo detalhado com os responsáveis. Na fase de verificação, os pontos de controle são determinados para este processo, em que as flutuações são medidas por meio de comparações objetivo / real. Se estas medições estiverem fora de controle, as ações planejadas na fase de ação serão tomadas (Six Sigma Deutschland GmbH).

3.4.2 Tendências na Inovação

As megatendências são combinações de avanços e revoluções tecnológicas na sociedade global e no meio ambiente que mudarão a economia, os negócios e os estilos de vida. Por exemplo, as pressões ambientais e populacionais exigem energia mais limpa e melhores condições de funcionamento das cidades. Essas forças estão impulsionando a demanda por energia renovável e sistemas de transporte inteligentes para reduzir o congestionamento. As respostas tecnológicas incluem um aumento na capacidade de armazenamento de energia que melhorará o alcance de veículos elétricos e facilitará o fornecimento de energia renovável no caso de mudanças climáticas. Em geral, os produtos inteligentes levarão a inteligência digital a novos locais, já que as máquinas baseadas em sensores estão se tornando cada vez mais autônomas graças ao software de tomada de decisão. Nas empresas, funções que aparentemente têm pouco a ver com processamento numérico - como vendas e recursos humanos - são suportadas ou adotadas pela robótica e inteligência artificial.

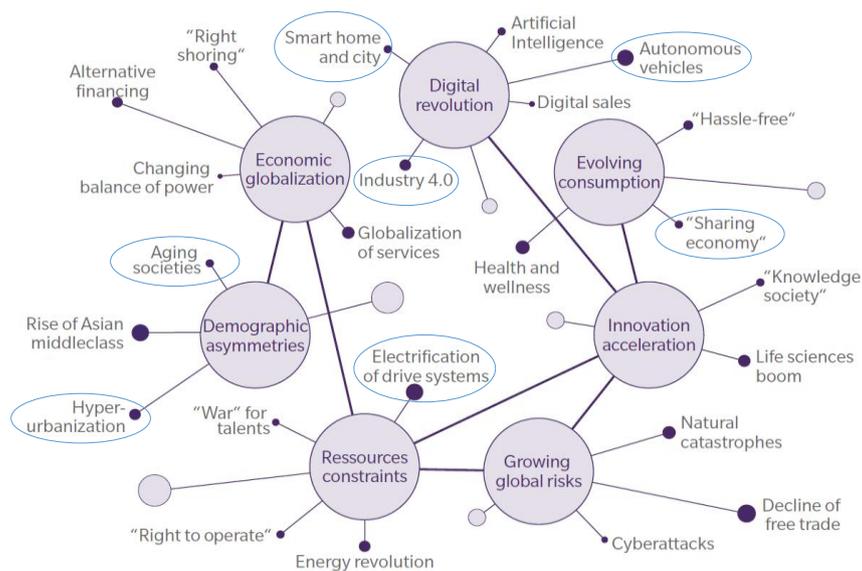


Figura 30: Megatendências na Inovação (Fonte: Oliver Wyman, *Megatrends And The Future Of Industry*, 2018)

Como parte da condução autônoma, a “conectividade do carro” deve ser mencionada. O processo de conectar tudo à internet já começou, não apenas carros ou coisas industriais, como máquinas ou robôs, mas também muitos objetos do dia a dia, tanto os privados quanto os públicos. Os três componentes da IoT são coisas com sensores em rede, armazenamentos de dados e mecanismos analíticos. Sensores, módulos de hardware, transmissores de dados e unidades de controle para rastrear fatores de desempenho, saúde e danos em tempo real são implantados cada vez mais. Para os carros, isto consiste em ferramentas diagnósticas e analíticas, recursos de segurança aprimorados e informações/entretenimento. Além disso, o carro será equipado com acesso à Internet e WLAN e poderá compartilhar esse acesso à Internet com outros dispositivos dentro e fora do veículo. As condições que devem ser atendidas para realmente falar sobre conectividade de carro, são sistemas de interconexão, assistência e segurança, conceitos de operação e exibição e um foco na experiência pessoal (Desjardins 2018). Para o usuário em geral, isto significa uma experiência personalizada de motorista e passageiro, em que a pessoa pode interagir com o produto (Hegde 2017). Outro fator importante sobre a coleta de dados dentro deste tópico é que tanto o proprietário do carro quanto os fabricantes podem aprender muito sobre o comportamento e as preferências de condução e que pode ser avaliado como o carro pode ser usado da melhor maneira (Medium Corporations 2017). A força mais inovadora neste tópico de conectividade de carro está atualmente na Alemanha, seguida de perto pelo Japão, China e EUA. Na Alemanha, especialmente o Grupo VW, BMW e Daimler inovam muito (Statista 2017). Outra tendência que pode ajudar muito aqui é a tendência da “coopetição”, em que as empresas cooperam para encontrar novas soluções em conjunto. No momento, os riscos e ameaças consistem na grande quantidade de dados, por um lado, para o tratamento, mas, por outro lado,

também sobre temas de legislação e segurança. A privacidade é um aspecto importante, que também discutimos durante o workshop. As preocupações de segurança do público devem ser priorizadas nas empresas! Infelizmente, o número potencial de hackers cresce na mesma proporção que o número de itens possivelmente conectáveis, o que significa um potencial risco de segurança (Medium Corporations 2017).

Muitos dados também são necessários para carros autônomos, que são o “próximo passo” após a conexão. As características dos carros autônomos consistem em escanear o ambiente com a ajuda de sensores, navegação sem intervenção humana, comunicação com outro tráfego e tomada de decisões relevantes para a segurança. Existem seis níveis de automação, de zero a cinco, que definem a capacidade do carro de operar sem intervenção humana. O passo crítico, em que estamos agora, está entre o nível dois e três. Muda-se de “o motorista humano monitora o ambiente de condução” para “o sistema de direção automatizado monitora o ambiente de condução”. Os principais desafios de engenharia deste tópico podem ser resumidos como sensoriamento, processamento e reação. Portanto, muitos tipos diferentes de sensores são necessários em todo o carro. A maior vantagem dos carros autônomos é evitar acidentes de carro: 94% dos acidentes de carro hoje são causados por erro humano. Além disso, os engarrafamentos devem ser evitados também, calculando sempre as rotas mais eficientes e “sabendo” onde os engarrafamentos estão em tempo real. Adicionalmente, esses carros autônomos podem ser uma ótima oportunidade para idosos e pessoas com deficiência. As dificuldades atuais consistem na interação humana, o clima, especialmente chuva pesada ou estradas com neve, moralidade e ética, proteção e segurança do motorista e custo e acessibilidade (Desjardins 2014). Como base

de discussão no workshop, usamos “The moral machine”, que oferece duas opções para você entre salvar vidas ou não (MIT media lab).

Muitas das tendências automotivas foram discutidas durante este workshop. O que resta são as tendências de consumo, que se refletem na interface homem-máquina, na mudança da estrutura do cliente e nos novos canais de distribuição (veja a Figura 31)

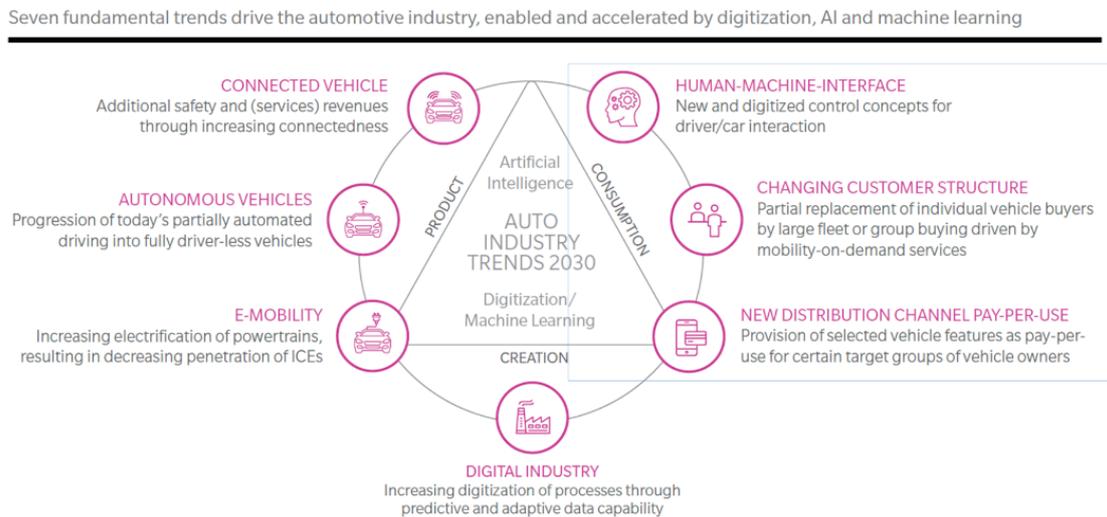


Figura 31: Tendências Automotivas até 2030 (Fonte: Oliver Wyman, Automotive Manager, 2018)

Para unir todas as necessidades do cliente em um carro, mais e mais serviços precisam ser integrados, o que torna a interface com o motorista mais extensa. A Figura 32 mostra diferentes soluções implantadas em carros. Aqui, por exemplo, o trabalho com *feedbacks* hápticos.

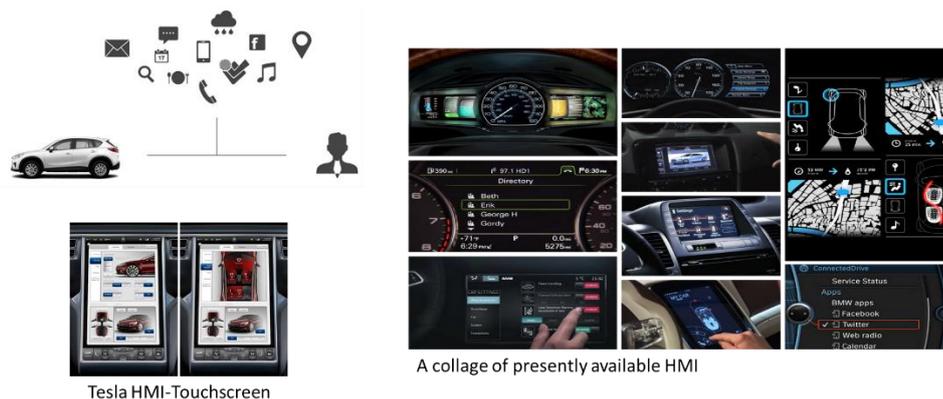


Figura 32: Interface Homem-Máquina em carros

Acima de tudo, a **Alteração da Estrutura do Cliente** significa dissociar a ideia do próprio carro. Cada vez mais conceitos de compartilhamento se tornam atraentes e até mesmo conceitos puros de mobilidade são possíveis. Aqui, o cliente de OEMs mudou de B2C para B2B. Como resultado, os OEMs precisam se adaptar à mudança das necessidades do cliente.



Taxi Services	UBER	HAIL	mytaxi
Bike Sharing	MOBI	velib'	bicinga
Micro-mobility	RENTAL	smart	
Car Sharing	zipcar	DriveNow	
Corporate Car-Sharing	AlphaCity	ubeeq	
Car Rental	Hertz	avis budget	
Ridesharing	BlaBlaCar	lyft	
Parking	VINCI	JustPark	
E-Mobility	source LONDON	ChargeNow	
Public Transport	DB	oyster	
Integrated Mobility	moovel	Qixxit	
Ecosystem Partnership	HS-Business Card	REWE DriveNow	UBER

Figura 33: Alteração da Estrutura do Cliente (Fonte: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 4)

Como complemento à estrutura do cliente e como resultado, os **canais de distribuição** e os serviços associados que podem ser oferecidos mudam. A Figura abaixo mostra alguns conceitos e serviços para cada nível.

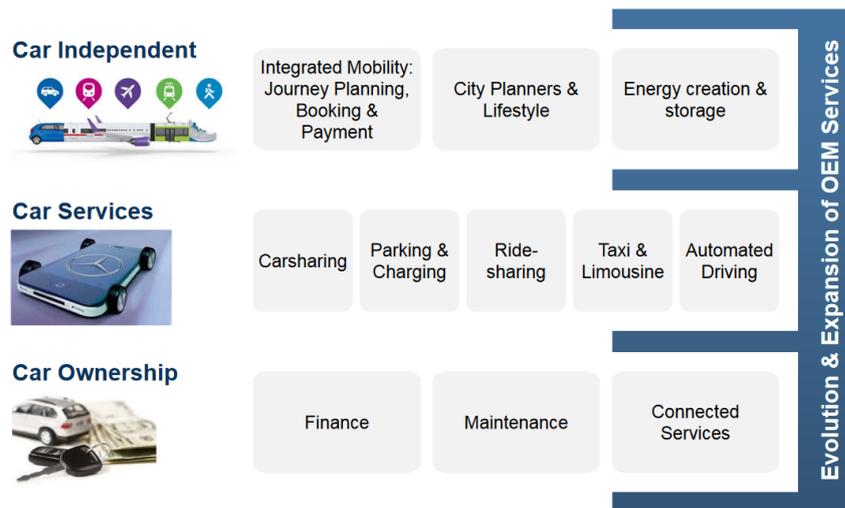


Figura 34: Novos canais de distribuição (Fonte: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 9)

4 Atividades

- Design thinking
- Melhores práticas da indústria
- Mapa mental

- Discussão
- Perguntas e Respostas

5 Referências

- Basic, Robert (2016): Fertigungsinseln statt Fließband. Modulare Montage bei Audi. Hg. v. AUDI AG. Online verfügbar unter <https://blog.audi.de/modulare-montage-bei-audi/>, zuletzt aktualisiert am 23.11.2016, zuletzt geprüft am 16.01.2019.
- Benes, Georg; Groh, Peter E. (2017): Grundlagen des Qualitätsmanagements. 4., aktualisierte Auflage. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.3139/9783446452695>.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Die vierte industrielle Revolution. Online verfügbar unter <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Magazin/Industrie-4-0/industrie-4-0.html>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- Desjardins, Jeff (2014): Are we on the road to self-driving cars? Hg. v. Visual Capitalist. Online verfügbar unter <https://www.visualcapitalist.com/pros-and-cons-self-driving-cars/>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- Desjardins, Jeff (2015): The Industrial Internet. How it is revolutionizing mining. Hg. v. Visual Capitalist. Online verfügbar unter <https://www.visualcapitalist.com/the-industrial-internet-and-how-its-revolutionizing-mining/>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- Desjardins, Jeff (2018): The future of automotive innovation. Hg. v. Visual Capitalist. Online verfügbar unter <https://www.visualcapitalist.com/future-automobile-innovation/>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- Dombrowski, Uwe; Mielke, Tim (Hg.) (2015): Ganzheitliche Produktionssysteme. Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Berlin: Springer Vieweg (VDI-Buch). Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1023063>.
- Dunckern, C. (2014): Industrie der Zukunft – Zukunft der Industrie? Fachtagung IG Metall. Hg. v. IG Metall.
- Ebner, Michael (2014): Industrie 4.0. Nachhaltige Produktion durch intelligentes Energie-Datenmanagement. Presse-Information, zuletzt geprüft am 16.01.2019.
- Hegde, Zenobia (2017): Connected cars: driving the Internet of Things revolution. Online verfügbar unter <https://www.iot-now.com/2017/04/03/60270-connected-cars-driving-internet-things-revolution/>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- IWU (2016): Produktion der Zukunft. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU. Chemnitz, zuletzt geprüft am 25.10.2018.
- Kienzle, Stefan (2014): Implikationen für die Automobilproduktion durch Industrie 4.0. Vortrag. Stuttgart.
- Medium Corporations (2017): A Beginner's Guide to The Internet of Things, connected cars and the future of mobility. Online verfügbar unter <https://medium.com/high-mobility/a-beginners-guide-to-the-internet-of-things-connected-cars-and-the-future-of-mobility-11a10449ee4f>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- Melzer, Almut (2015): Six Sigma-- Kompakt und praxisnah. Prozessverbesserung effizient und erfolgreich implementieren. Wiesbaden: Springer Gabler. Online verfügbar unter <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&AN=1050548>.
- MIT media lab: Moral Machine. Online verfügbar unter <http://moralmachine.mit.edu/>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.
- Meran, Renata; John, Alexander; Staudter, Christian; Roenpage, Olin; Lunau, Stephan (Hg.) (2014): Six Sigma+Lean Toolset. Mindset zur erfolgreichen Umsetzung von Verbesserungsprojekten. 5. Aufl. 2014. Berlin: Springer Gabler. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-44614-0>.
- Nasscom (2017): Mega Trends. Global Mega Trends reshaping the technology landscape. Online verfügbar unter <https://www.nasscom.in/interviews/global-mega-trends-reshaping-technology-landscape>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.

Pharmamirror (Hg.) (2013): six-sigma-where-to-start. Online verfügbar unter <https://www.pharmamirror.com/wp-content/uploads/2013/11/six-sigma-where-to-start-1024x614.png>, zuletzt geprüft am 16.01.2019.

PWC (2018): B2B-Umfrage "Automotive Trendbaromete. Hg. v. PWC. Online verfügbar unter <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Automotive-Trendbarometer.pdf>, zuletzt geprüft am 16.01.2018.

Six Sigma Deutschland GmbH (Hg.): Lean Six Sigma Green Belt Training.

Statista (2017): Index der Connected Car-Innovationsstärke. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/933915/umfrage/connected-car-innovationsstaerke-ausgewaehlter-autokonzernen-im-bereich-fahrzeugtechnik/>, zuletzt geprüft am 17.01.2019.

Toutenburg, Helge; Knöfel, Philipp (2009): Six Sigma. Methoden und Statistik für die Praxis. 2., verbesserte und erweiterte Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Online verfügbar unter <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10253487>.

Lista de Figuras

Figura 1 visão global de megatendências globais (Fonte: Nasscom).....	5
Figura 2: Eletrificado, automatizado e conectado (Fonte: Bosch)	6
Figura 3: Diversificação prevista do trem de força em diferentes zonas de tráfego	7
Figura 4: Biela telescópica para possibilitar duas taxas de compressão.....	11
Figura 5: sistema de pós-tratamento moderno para diesel com 4 catalisadores e medidas de controle melhoradas (Fonte: Buchrieser/AVL)	13
Figura 6: Sistema completo de pós-tratamento de diesel da HJS (Fonte HJS)	14
Figura 7: Área dos sistemas alternativos de combustão no mapa de temperatura de chama/relação de combustível.....	15
Figura 8: Diagrama de Ragone para o armazenamento de energia elétrica	20
Figura 9: Reação de célula Li-Ion básica	22
Figura 10: Roteiro da tecnologia de células de bateria até 2030	22
Figura 11: Arquitetura de Bateria Automotiva	23
Figura 12: integração de bateria “sob o capô” no veículo	24
Figura 13: Prontidão do mercado de tecnologias avançadas de trens de força termodinâmicos em termos de TRL (níveis de prontidão tecnológica).....	28
Figura 14: Veículo Toyota “MIRAI” (= Futuro) e componentes FC	30
Figura 15: Processos de Carroceria Automotiva na produção e perspectiva 2020.....	33
Figura 16: Custos versus Volume para diferentes conceitos de carroceria bruta	34
Figura 17: Novos conceitos de veículo com alta segurança ativa, mas com segurança passiva reduzida	35
Figura 18: Novos conceitos de Mobilidade formarão o transporte urbano do futuro	35
Figura 19: Arranjos híbridos em paralelo diferentes segundo Daimler	39
Figura 20: Arranjos híbridos THS - Toyota Prius	40
Figura 21: Pontos de operação do ICE Prius no mapa de ICE seguindo uma estratégia de CVT para obter baixo consumo de combustível	40
Figura 22: Economia de CO ₂ por uma faixa elétrica pura de acordo com ECE R101.....	41
Figura 23: Componentes do grupo motopropulsor híbrido de um veículo VW Golf GTE	41
Figura 24: Exemplo de Transmissão "Híbrida" do VW DQ400E.....	42
Figura 25: Fonte: Dombrowski, U.; Mielke T.: Ganzheitliche Produktionssysteme, 2015	44
Figure 26:.....	45
Figura 27: Áreas funcionais com maiores alterações devido a novos modelos de negócio / digitalização (Fonte: PWC, B2B-Survey “Stimmungsbarometer Automotive”, Februar 2017)	45
Figura 28: visão global generalizada dos procedimentos de gerenciamento da qualidade (Fonte: pharmamirror 2013).....	49
Figura 29 O ciclo Six Sigma DMAIC (Fonte: https://iancos.files.wordpress.com)	51
Figura 30: Megatendências na Inovação (Fonte: Oliver Wyman, Megatrends And The Future Of Industry, 2018).....	53
Figura 31: Tendências Automotivas até 2030 (Fonte: Oliver Wyman, Automotive Manager, 2018)....	55
Figura 32: Interface Homem-Máquina em carros.....	55
Figura 33: Alteração da Estrutura do Cliente (Fonte: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 4).....	56
Figura 34: Novos canais de distribuição (Fonte: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 9)	56

Glossário

- Tecnologias “Inteligentes”, Fábrica, Serviço
O termo descritivo "inteligente" é usado em várias combinações, por exemplo, em conexão com produtos (Produtos Inteligentes), com serviço (Serviço Inteligente) ou com fábricas (Fábrica Inteligente). Estes "objetos inteligentes" estão conectados ao ciberespaço por meio de sua tecnologia de informação e comunicação. Isto permite que percebam o seu contexto por meio de sensores e à rede e interajam uns com os outros, bem como com a

Internet e os seres humanos. A função física é complementada pelas capacidades dos objetos digitais, criando valor agregado

- **Lean Production LPS:**
Lean Production é uma abordagem de otimização contínua de processos e envolve o design eficiente de toda a cadeia de valor. Com a ajuda de vários métodos, procedimentos e princípios, o objetivo é harmonizar processos e criar um sistema de produção holístico sem desperdício. Os principais aspectos da abordagem incluem foco no cliente e redução de custos. Os potenciais de resíduos devem ser identificados e eliminados, para que os valores possam ser criados e mantidos sem desperdício. Com extensão para um sistema, todas as áreas de negócios estão incluídas.
- **Six Sigma**
Six Sigma é um método de gerenciamento da qualidade baseado no ciclo DMAIC, que consiste nas primeiras letras das respectivas fases: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Para cada fase, existem ferramentas que podem ser usadas. O design cíclico garante melhoria contínua
- **Automatização**
Algo é automático quando o comportamento é definido e desenvolvido por programadores e acontece sem intervenção humana
- **Autonomização**
Algo é autônomo quando decisões e reações independentes são feitas em situações individuais e em um ambiente em mudança
- **Indústria 4.0**
Indústria 4.0 significa a ligação digital entre humanos, máquinas e produtos e a digitalização da produção industrial
- **Internet das Coisas**
A Internet das Coisas [IoT] descreve a conexão de produtos e dispositivos, a coleta de seus dados e, finalmente, a comunicação baseada na Internet e na nuvem com os dispositivos conectados entre si e com os seres humanos
- **Internet Industrial das Coisas**
A Internet Industrial das Coisas [IIoT] significa o uso da IoT especialmente no contexto da indústria