



Guía de formación ASCENT
Módulo 1: Tendencias en ingeniería

 **ASCENT**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Bellaterra, November 2018



This document has been produced with the economical support of the European Union (Erasmus + Program), through the project “ASCENT – Competence centres for automotive engineering and sales management to increase the positive impact on regional economic development in Argentina, Brazil and Mexico” (Ref. 585796-EPP-1-2017-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP). The EU support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Authors of this document: Wolfgang Kriegler, Kurt Steiner, Dominik Kretschmar and Riccarda Behle.

Editor: EDO-SERVEIS Universitat Autònoma de Barcelona

Layout: Jordi Codina Hernández

Fotos de: Freepik.es



Contenido

1. Introducción	4
1.1. Objetivos de aprendizaje	5
1.2. Metodología y concepto	5
2. Tendencias de la ingeniería en el desarrollo automotriz	6
2.1. Sistema de propulsión	8
2.1.1. Tendencias del motor de combustión interna: aumento de la eficiencia y protección del medio ambiente	9
2.1.2. Tendencias en el sistema de propulsión.....	16
2.1.3. Tendencia hacia el sistema de propulsión de combustible pila	23
2.2. Aspectos y tendencias avanzados del vehículo	27
2.2.1. Tendencias en el diseño del cuerpo	27
2.2.2. Arquitecturas híbridas	31
2.3. Sistemas de producción	37
2.3.1. La industria automotriz alemana.....	39
2.3.2. Tendencias en la producción.....	41
2.4. Gestión de calidad e innovación. Métodos y tendencias	43
2.4.1. Gestión de calidad	43
2.4.2. Tendencias en innovación	46
3. Actividades	50
4. Referencias.....	51
5. Listado de figuras	53
6. Glosario	55



1. Introducción

El módulo uno está dedicado a las "Tendencias de la ingeniería". Comenzará con una introducción general de las tendencias más recientes y luego tratará los temas que se han identificado como los más interesantes para nuestras instituciones asociadas - el grupo objetivo del proyecto ASCENT.

Primero, FH JOANNEUM de Austria comenzará la primera formación presentando las tendencias del motor de combustión y discutirá las tendencias relacionadas con el sistema de propulsión eléctrico y de células completas. Después, procederá en los aspectos y las tendencias avanzadas del vehículo las cuales están también en la agenda. Esto incluye tendencias en el diseño del cuerpo y en arquitecturas híbridas. Hochschule Düsseldorf de Alemania continuará con las últimas tendencias en producción e innovación. De este modo, especialmente los inputs y desafíos de la industria 4.0, la fábrica digital y la producción ágil son parte de estos temas. Por último, pero no menos importante, los socios han expresado su interés y la gran importancia de la gestión de la calidad en la industria automotriz y quisieran saber en qué dirección nos pueden llevar los desarrollos y cómo se puede enseñar la gestión de calidad efectiva en las IES locales (instituciones de educación superior).



1.1. Objetivos de aprendizaje

Después de asistir a esta formación, los estudiantes (participantes) deberían tener una mejor idea de cuál es el estado actual de la técnica y también cuáles son las próximas tendencias en la industria automotriz.

La capacitación mostrará ejemplos de la tecnología actual, analizará las fortalezas y debilidades y mostrará posibles mejoras y reemplazos futuros. El enfoque de esta capacitación se centrará en arquitecturas de trenes de potencia (conceptos y tecnologías para trenes de potencia convencionales, eléctricos e híbridos) y tecnologías avanzadas de vehículos como diseño liviano y otras innovaciones.

Al final de esta formación, los participantes podrán comparar diferentes tecnologías y tendencias y comprenderán mejor su impacto en el medio ambiente, el esfuerzo de desarrollo, los desafíos de producción y la experiencia / sentimiento del conductor.

1.2. Metodología y concepto

La formación utilizará un enfoque didáctico interactivo para involucrar a los participantes tanto como sea posible.

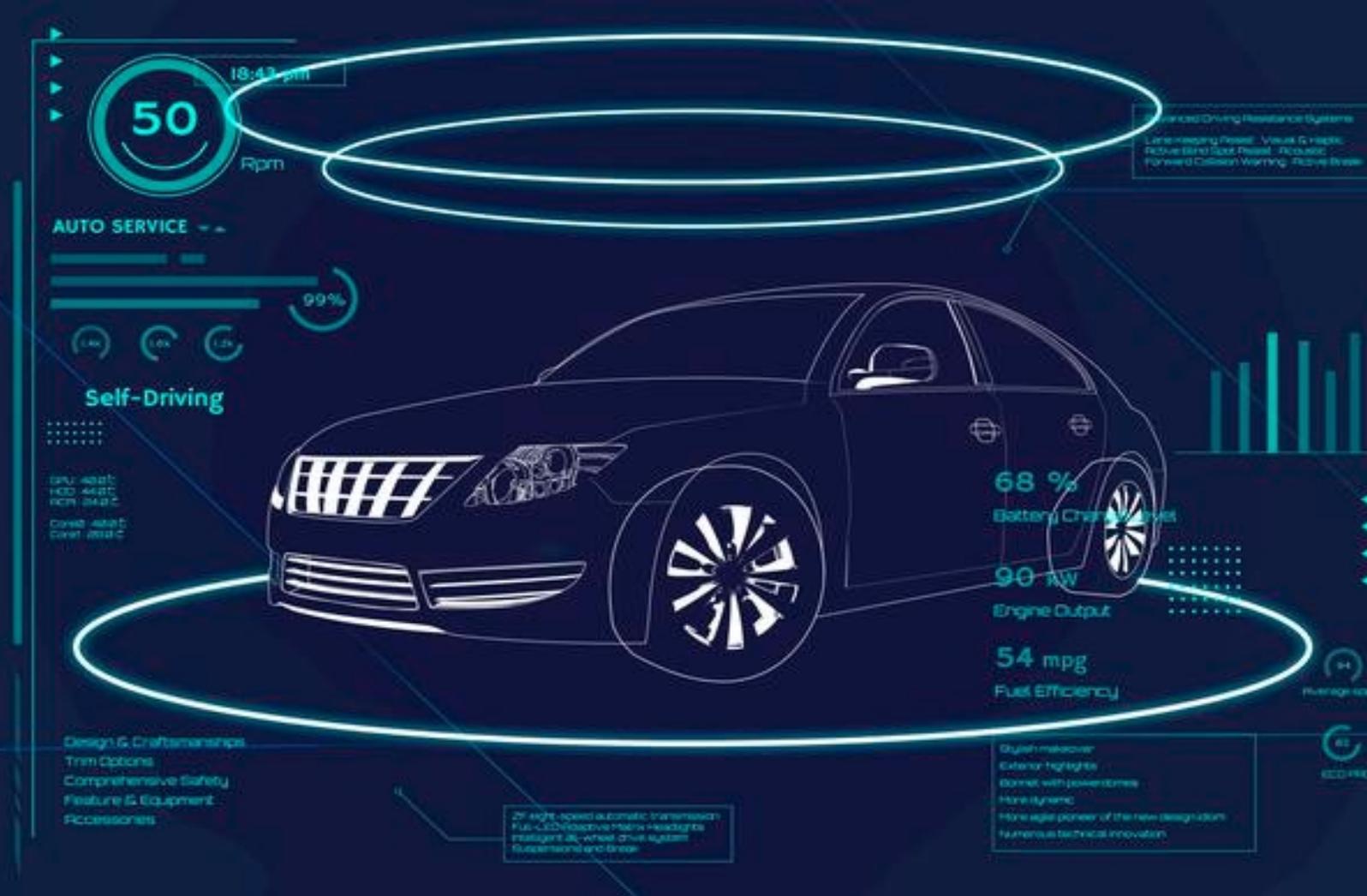
Cada tema de la formación será presentado brevemente por los formadores para que todos los participantes tengan el mismo nivel de conocimiento. La presentación irá seguida por actividades grupales o discusiones. De esta manera, también será posible involucrarse en preguntas individuales que puedan surgir en algunos temas.

Además, los temas y las discusiones en sí se centran en preguntas y problemas contemporáneos de los procesos de ingeniería actuales, esto debería aumentar la motivación de los participantes para contribuir activamente en las discusiones y actividades.

Los formadores también tratarán de vincular los diferentes temas lo máximo posible, ya que esto contribuye en gran medida a obtener la visión general necesaria sobre las tendencias actuales en ingeniería.

Además del enfoque técnico puro, la capacitación también analizará temas circundantes como:

- Impulsores del cambio (cambio climático, legislación, ...)
- Escenarios futuros de movilidad (electrificados - automatizados - conectados)
- Cambios de modelo de negocio (los fabricantes de automóviles se convierten en proveedores de movilidad)
- Solicitudes de clientes (movilidad compartida, bajos costos de funcionamiento, ...)



2. Tendencias de la ingeniería en el desarrollo automotriz

Las tendencias existen en todas las áreas de la vida, no solo en ingeniería, sino también en economía, política, ciencia, tecnología y cultura. Y todas las tendencias están conectadas de alguna manera en todas las áreas, se influyen entre sí y son iguales cuando se trata de su importancia, lo que se puede ver en la siguiente figura. Por ejemplo, el creciente número de personas que viven en las ciudades es causado por la tendencia a la "urbanización". A su vez, la mayor cantidad de personas en una cantidad

constante de espacio provoca cambios en los requisitos de movilidad, que es una de las tendencias en ingeniería.

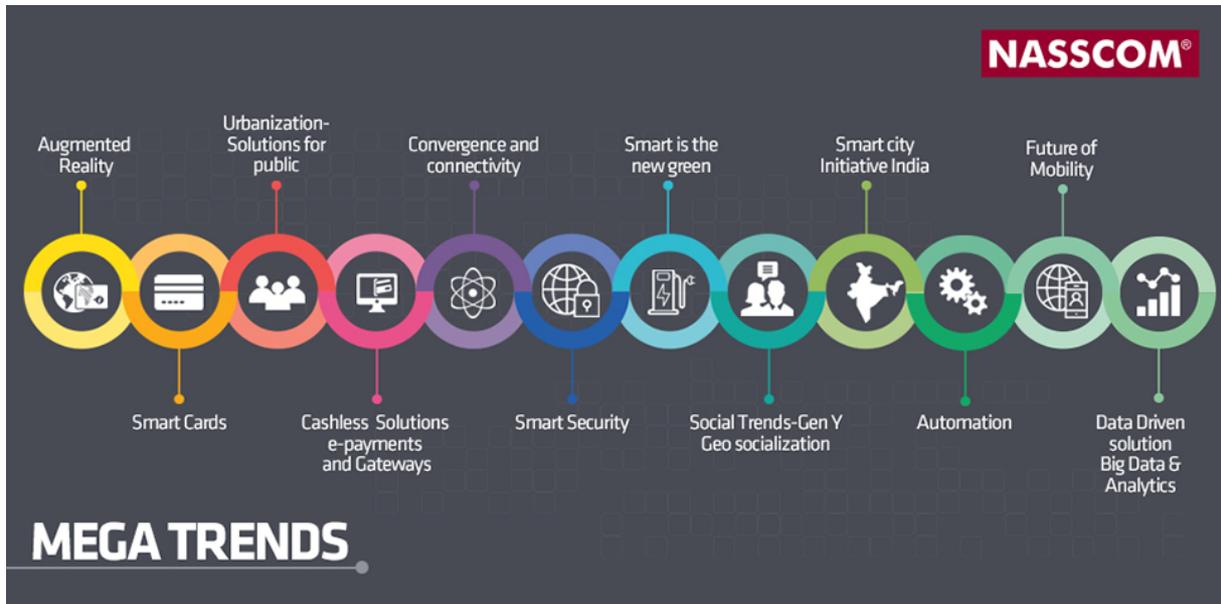


Figura 1. Descripción general de mega tendencias globales (Fuente: Nasscom)

Sin embargo, la innovación siempre debe basarse en estas tendencias para cumplir con los estándares tecnológicos, la necesidad económica y cumplir con los deseos y requisitos legales de los clientes. (Nasscom 2017)

Las tendencias más obvias en ingeniería automotriz que estamos experimentando en este momento se enumeran en la Figura 1:

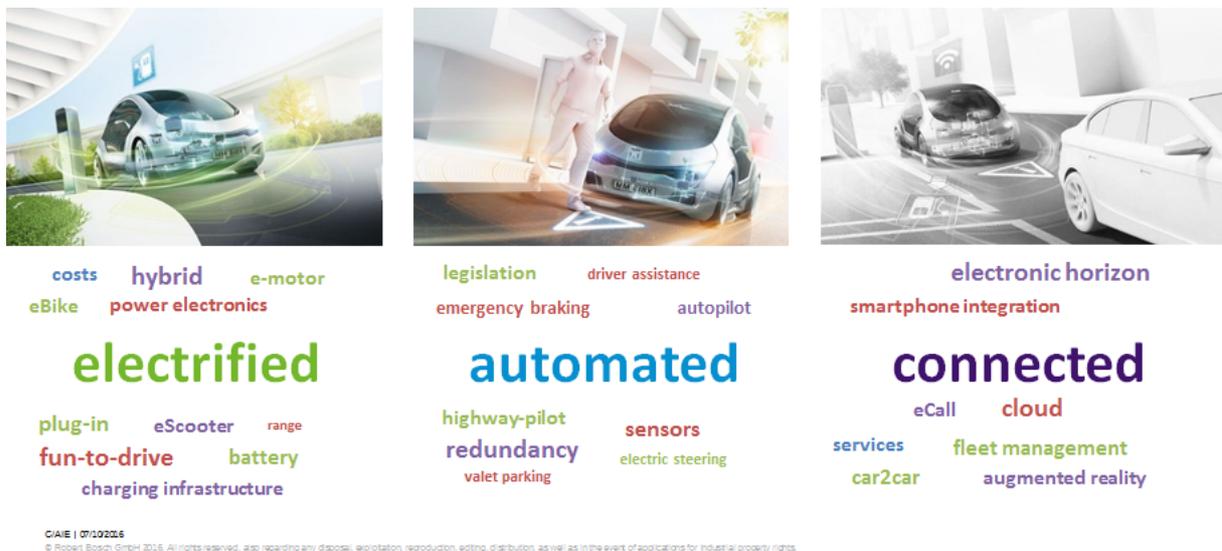


Figura 2. Electrificado, automatizado y conectado (Fuente: Bosch)

En el siguiente capítulo, se pondrá un enfoque especial en el desarrollo del tren motriz, ya que el tren motriz también afecta los problemas más críticos, como las emisiones de CO2.

Pero también se presentará la tendencia en la fabricación de carrocerías y el despliegue publicitario actual con respecto a la función de asistencia al conductor que finalmente conduzca automóviles automatizados.

2.1. Sistema de propulsión

En general, se puede pronosticar una mayor diversificación de las variantes del sistema de propulsión. Especialmente debido a la demanda de reducción de CO₂ en todo el mundo, solo la electrificación intensificada de los sistemas de propulsión puede cumplir con las emisiones previstas de la flota de CO₂ que garantizan los objetivos climáticos para 2050.

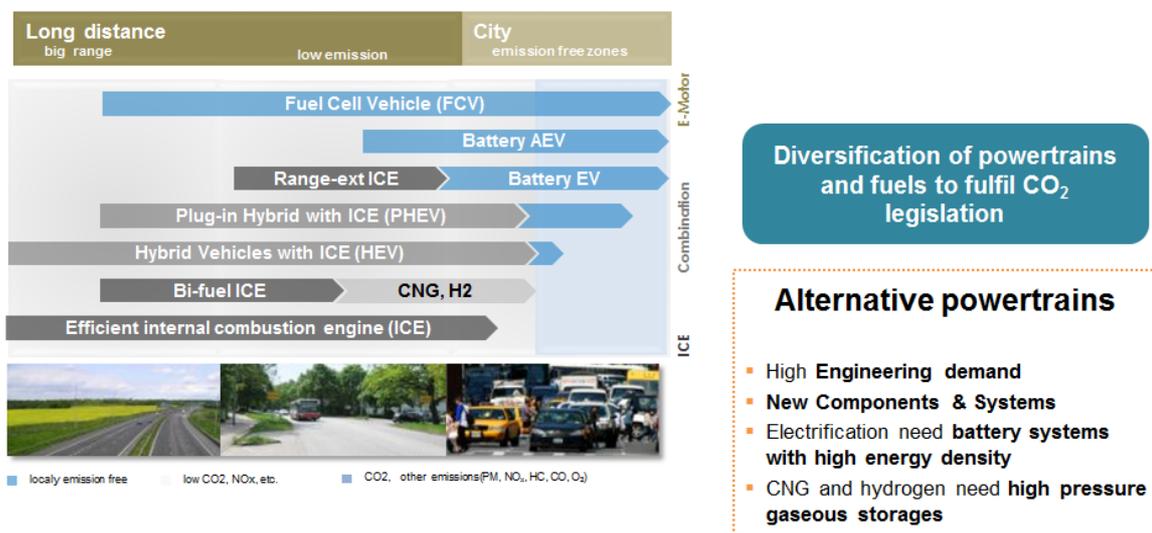


Figura 3. Diversificación prevista del sistema de propulsión en diferentes zonas de tráfico

En los últimos años se puede ver una tendencia, que incluso las comunidades comienzan con su propia legislación sobre emisiones y restringen la entrada de vehículos "contaminantes" a su territorio. Esta tendencia comenzó con los cargos de congestión (Londres), la prohibición de motores diésel más antiguos (ciudades alemanas), etc. Como se puede ver en la Figura 1, solo los vehículos con alta electrificación sobrevivirán en las ciudades a largo plazo. Especialmente los vehículos con propulsión interna serán prohibidos en las ciudades y solo se utilizarán para trayectos de larga distancia. En todos los aspectos y disciplinas - al menos desde el punto de vista actual - el vehículo eléctrico de combustible será la solución más prometedora para el futuro.



2.1.1. Tendencias del motor de combustión interna: aumento de la eficiencia y protección del medio ambiente

El sistema de propulsión convencional impulsado por combustión interna está experimentando una presión política creciente. En primer lugar, debido al uso continuado de combustibles fósiles limitados. Mientras tanto, se entiende que la disponibilidad de combustibles fósiles será limitada y también podría considerarse como un desperdicio y, además, es uno de los principales contribuyentes del calentamiento global por sus emisiones de CO₂. En segundo lugar, el escándalo de NO_x de Volkswagen: VW y otros estaban usando software de trampa en sus sistemas de control de emisiones, que producían menos emisiones de NO_x y más CO₂ durante la prueba, pero un mayor NO_x y menos CO₂ (mejor consumo de combustible) en una conducción real.

Las consecuencias son graves: los gobiernos cambian e intensifican los esquemas de prueba y sus actividades de verificación. Junto con el comienzo de la era de la electrificación, la mayoría de los fabricantes de equipos originales reducen o incluso detienen las nuevas actividades de desarrollo para las nuevas generaciones de motores de combustión interna. Esto tendrá un impacto negativo en las plantas de producción, empleos, ventas y organizaciones de servicio existentes.

Aunque nadie puede imaginar un mundo de transporte sin motores de combustión interna en este momento, la tendencia se dirige a la electrificación, al menos en forma de híbridos, especialmente los híbridos enchufables (PHEV) donde el motor de combustión interna está operando en un rango operativo limitado, especialmente por mucho tiempo distancia, mientras que para la conducción urbana se utiliza el tren motriz eléctrico.

El motor de combustión interna en general se utilizará en regímenes operativos donde tienen sus mayores ventajas: la demanda de larga distancia y alta potencia (par).

¿Cómo se prevé que será la propulsión por combustión interna?

En el área de aplicación de menor demanda de potencia, dominarán los motores de explosión. Esto no solo se refiere a motocicletas sino también a coches pequeños y medianos. El combustible cambiará gradualmente de fósil (gasolina) a biocombustibles renovables como el etanol y el metanol.

Muchos analistas suponen que el motor diésel no sobrevivirá en el rango de desplazamiento por debajo del volumen barrido de 2 litros para los turismos, aunque desde el punto de vista del CO₂ estos motores todavía tienen una ventaja del 10 al 20% sobre los motores de encendido por chispa. Esto se debe a los mayores costos, especialmente para los sofisticados sistemas de inyección y postratamiento, y también debido a su comportamiento inherente de NO_x. En el campo de los camiones de gran tonelaje, barcos y en la generación de energía remota, donde se requiere alta potencia durante un período de tiempo más largo, los motores diésel sobrevivirán mucho más tiempo que en los turismos.

De todos modos, más allá del año 2050, existe también una fuerte creencia de que los motores de combustión interna optimizados funcionarán en modelos híbridos de turismos, en sistemas de propulsión de servicios pesados como camiones de gran tonelaje, locomotoras, barcos, aplicaciones aerodinámicas y aplicaciones estacionarias.

El objetivo de las actividades de investigación en todo el mundo debe ser aumentar la eficiencia y lograr "emisiones de impacto cero". Esto se puede lograr también mediante la introducción de combustibles bio y sintéticos. Un combustible sin CO₂ o pobre en CO₂ puede ser más eficiente y más amigable con el medio ambiente que un sistema de propulsión eléctrica puro.

Medidas generales de mejora para todos los motores de combustión interna

Como las emisiones de CO₂ y el consumo de combustible están directamente vinculados, existe una gran demanda de motores de combustión interna para reducir el consumo de combustible. Las principales tendencias de ingeniería en este campo son:

- **“dimensionamiento correcto”**: esta es una combinación de “reducción de tamaño” (utilizando el desplazamiento más pequeño posible para el rendimiento requerido y “reducción de velocidad” (diseño de motores para velocidad nominal reducida y mayor para baja potencia).
- **Reducción de la fricción** debido a nuevos materiales y recubrimientos no solo en el motor de combustión interna (en combinación con baja velocidad, que también es una medida para la reducción de la fricción) sino también en la transmisión
- **Mejorar la termodinámica** de los procesos del motor, como la reducción de las pérdidas de calor de la pared, mejores sistemas de gestión del calor, introducción del ciclo de Rankine y otros procesos de recuperación de energía residual, etc.
- **Aumentar la variabilidad** en el motor de combustión interna, como la relación de compresión variable, los auxiliares variables (demanda impulsada por la electrificación y por sistemas de control), como bombas de aceite variables, bombas de agua y generadores.
- Los **nuevos sistemas de combustión** de ambos tipos de motores podrían hacer uso de sistemas de combustión avanzados con emisiones de motor extremadamente bajas. Estos sistemas de combustión tienen como objetivo la relación aire / combustible y rangos de temperatura donde no es posible la formación de NO_x y hollín. Desafortunadamente, estos sistemas de combustión aún presentan dos

deficiencias: no son factibles en todo el mapa del motor y necesitan un control sofisticado y costoso, es decir, para la recirculación de gases de escape (EGR en inglés, Exhaust gas recirculation).

- **Soporte de desarrollos tecnológicos en transmisiones**, lo que ayuda a operar los motores de combustión interna en el área operativa de mejor eficiencia
- **Actividades de desarrollo forzadas para combustibles sintéticos** y sus procesos de producción de CO₂ global, la mejora de las características de combustión y la reducción de emisiones tóxicas locales.
- Además, todos los motores de combustión interna están experimentando desarrollos para una mayor **reducción de las emisiones tóxicas**, lo que significa un mayor desarrollo de los sistemas de postratamiento (mejora del rango de trabajo y una mejor importante del control, etc.):

Gasolina

Las medidas en los motores de gasolina se enfocan en mejorar el consumo de combustible (= CO₂) y mejorar los sistemas de postratamiento de escape. El aumento de la eficiencia podría lograrse mediante compresión variable, calor de pared reducido, etc.

El siguiente boceto muestra un ejemplo de cómo se puede lograr una relación de compresión tan variable:

Ejemplo: biela telescópica:

Las reducciones de emisiones se centran en las fases de arranque en frío y calentamiento, donde se emiten la mayoría de las emisiones. Después del calentamiento, las emisiones son más o menos extinguidas por el catalizador de tres vías, cuando el motor sigue un concepto $\phi = 1$.

En el caso de un concepto de combustión pobre, el NO_x en el escape debe ser tratado por el catalizador DeNO_x, que almacena el NO_x con bario y después de ser llenado, se necesita una fase de regeneración con una rica mezcla de combustible. Durante este período, el consumo de combustible es malo. Los hidrocarburos del petróleo y el combustible están siendo tratados por un catalizador de oxidación.

Hoy en día, más y más motores usan inyección directa debido a una mayor eficiencia y mejor consumo de combustible. Esto se debe principalmente al enfriamiento en el cilindro por el combustible inyectado. Debido al hecho que en estos motores el proceso de mezcla de combustible / aire es mucho más corto que con los motores de carga homogéneos, el proceso de combustión se vuelve no homogéneo y se producen partículas como en los motores diésel. Estas partículas en número y tamaño se convierten cada vez más en un problema y conducen al requerimiento de filtros de partículas.

Por lo tanto, las actividades actuales de I + D se centran en la aplicación adecuada de filtros de partículas, su regeneración y estabilidad / envejecimiento a largo plazo.

Diésel

El objetivo de los motores diésel es reducir las emisiones de NO_x sin perder las ventajas en el consumo de combustible en comparación con los motores de explosión.

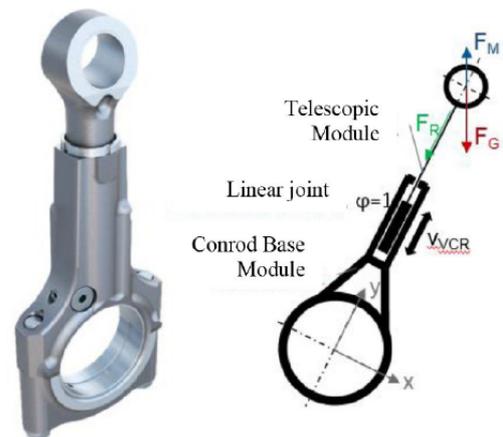


Abb. 2-1: Prinzipskizze Dual Mode VCS™ (Hüttner *et al.* 2018)

Figura 4. biela telescópica para permitir dos relaciones de compresión

En general, las emisiones de NOx de un motor diésel se pueden reducir con las siguientes medidas:

- Tiempo de inyección retardado: la desventaja es un peor consumo de combustible (el centro de gravedad de la combustión se aleja del óptimo termodinámico), mayores emisiones de hollín; se mejora el ruido de combustión.
- Recirculación de gases de escape: la desventaja es el aumento de las emisiones de hollín (materia particulada) y un peor consumo de combustible.
- Catalizador DeNOx: rara vez se utiliza con motores diésel; almacena NOx y de vez en cuando necesita una regeneración con mezcla de combustible.
- Sistema RCS (reducción catalítica selectiva). Este sistema de postratamiento permite configuraciones avanzadas de inyección de combustible (=buen consumo de combustible) y emisiones relativamente altas de NOx de salida del motor, que pueden reducirse en el sistema RCS posterior mediante la adición de UREA (vendido comercialmente como "adBlue") al gas de escape.

El enfoque actual de desarrollo es una mayor optimización, especialmente de los sistemas RCS para mejorar la dosificación de adBlue y minimizar el deslizamiento de amoníaco (NH3).

La Figura muestra un avanzado sistema de postratamiento de escape de diésel con COD (catalizador de oxidación diésel), FPD (filtro de partículas diésel), catalizador RCS y ASC (catalizador antideslizante para NH3). Además, se muestra un sofisticado sistema de control que utiliza un enfoque basado en modelos para el RCS.

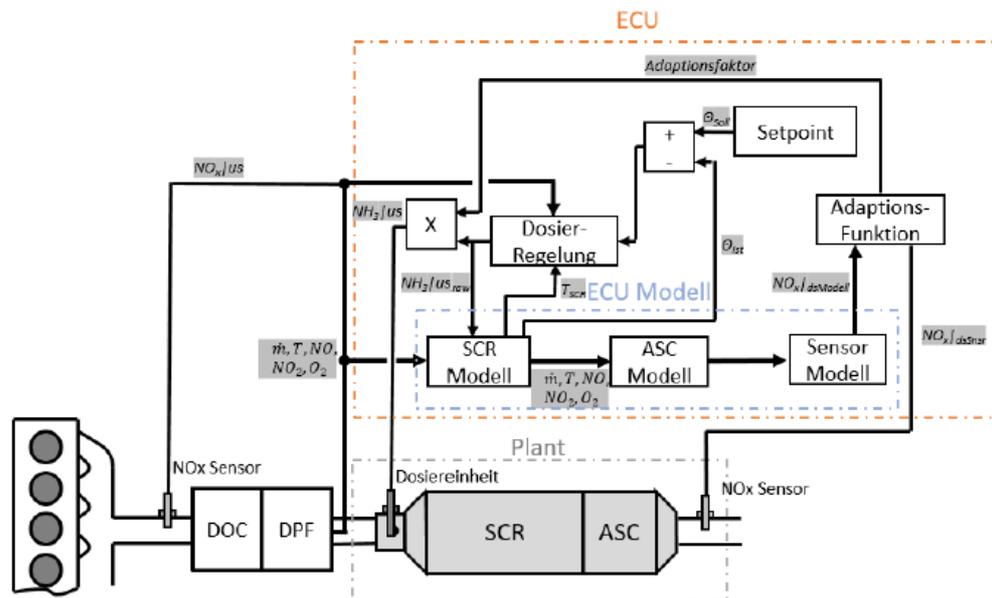


Figura 5. Sistema de postratamiento diésel moderno con 4 catalizadores y medidas de control mejoradas

La introducción de filtros de partículas fue muy importante para hacer que el diésel fuese ecológicamente aceptado. La aplicación de los diversos filtros de partículas parece estar bastante establecida en estos momentos, no se pueden detectar muchas actividades de desarrollo. De todos modos, la complejidad del sistema de postratamiento de gas diésel ha alcanzado un nivel apenas manejable y explica la penalización de costos de los motores diésel de encendido por compresión en comparación con los motores diésel de explosión, especialmente para los desplazamientos más corto, que son más sensibles a los costos que los motores más grandes como los motores de camiones.

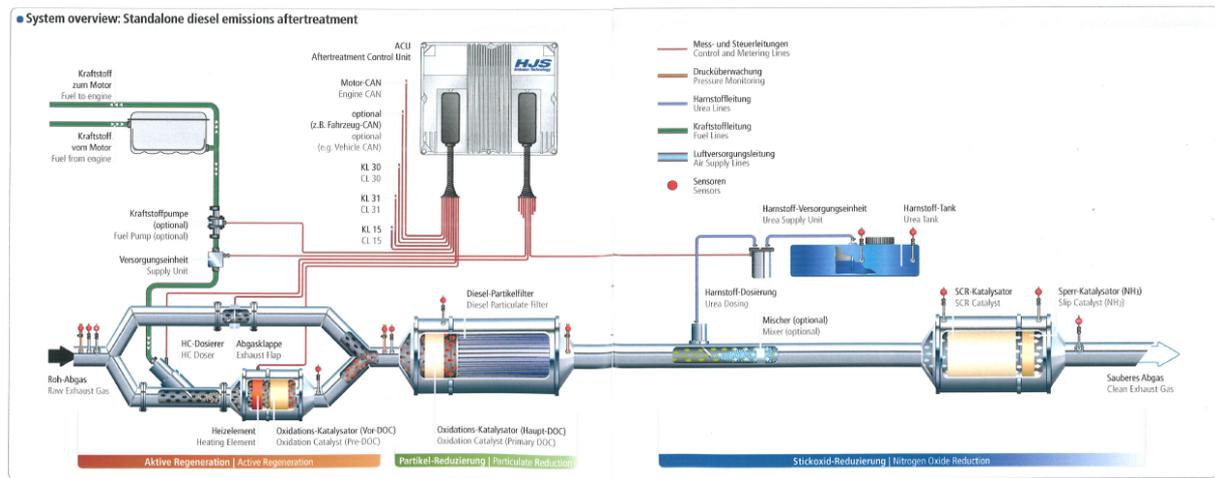


Figura 6. Sistema de postratamiento de diésel completo de HJS (Fuente HJS)

Futuros sistemas de combustión

En los últimos años, se ha realizado una gran cantidad de investigación para sistemas de combustión alternativos con el objetivo de reducir las emisiones tóxicas del motor sin degradar demasiado el consumo de combustible.

El objetivo es lograr emisiones extremadamente bajas de NOx y hollín del motor. Como se puede ver en la Figura, los sistemas de combustión tienen como objetivo la relación aire / combustible y los rangos de temperatura donde la formación de NOx y hollín no es posible. Desafortunadamente, estos sistemas de combustión aún presentan dos deficiencias: no son factibles en todo el mapa del motor y necesitan un control sofisticado y costoso, por ejemplo, para RGE (recirculación de gases de escape).

Y, de hecho, cuando la relación aire / combustible local y las temperaturas locales de la llama se encuentran en una ventana especial, las emisiones de NOx se pueden reducir drásticamente y se puede evitar la emisión de partículas. La Figura 6 muestra esta área y la ubicación de los diferentes procesos de combustión, enumerados, además:

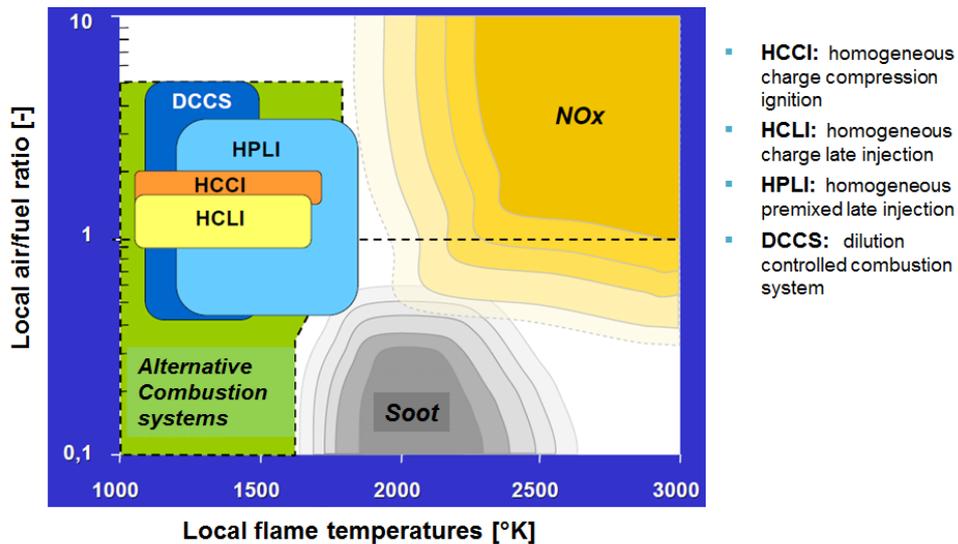


Figura 7. Área de los sistemas de combustión alternativos en el mapa de relación combustible / temperatura de llama.

Estos sistemas de combustión serían realmente ventajosos, pero desafortunadamente hay algunos inconvenientes. Hasta el momento no encontraron el camino hacia la aplicación en serie en motores de combustión interna debido a las siguientes razones:

- La aplicación solo es posible en condiciones de carga parcial (no funciona a cargas más altas, lo que significa que el motor debe volver al sistema de combustión convencional después de pasar un cierto umbral de carga)
- Estos sistemas de combustión funcionan con altas tasas de recirculación de gases de escape (EGR en inglés, Exhaust gas recirculation) que requieren un control muy preciso, y que no es fácil para dicha recirculación.
- Se requieren sistemas de control de circuito cerrado muy precisos y costosos que utilizan sensores costosos y sensibles, como sensores de indicación de presión en cada cilindro. Estos sensores son adecuados para uso en laboratorio, pero no son confiables para toda la vida del motor.
- Aunque hasta el momento se ha realizado un intenso trabajo de investigación sobre estos temas, no se produjo un gran avance y da la oportunidad para la próxima generación de investigadores.

Nuevos combustibles (CO₂ neutro)

En Europa hay una discusión sobre cómo reducir las emisiones de CO₂ hasta el 2050. La respuesta más probable a esta pregunta es abandonar por completo el uso de combustibles fósiles.

Una alternativa a los combustibles fósiles líquidos son los llamados biocombustibles de segunda o tercera generación, que no utilizan reservas de alimentos (cuestiones éticas) sino desechos de la agricultura. Mediante el uso de biocombustibles, se emitirán emisiones de CO₂, pero existe el argumento de que el CO₂ va en un ciclo cerrado: las plantas lo necesitan para crecer y, cuando se

queman, vuelven a la atmósfera. Por tanto, los combustibles se pueden considerar como "combustibles de impacto cero" o como combustibles "neutros en CO₂". Uno de los argumentos a favor es que nosotros y nuestros sucesores podemos usar la infraestructura existente y los motores de combustión interna existentes y bien probados. El uso de biocombustibles es muy habitual en América Latina, especialmente en Brasil. Algunos críticos quieren eliminar el CO₂ por completo y aceptan solo electricidad o hidrógeno de fuentes renovables como la energía hidroeléctrica, eólica o solar.

La discusión también se enfoca hacia la pregunta de si el combustible "CO₂-neutral", como el biocombustible, puede considerarse factible o debe ser "libre de CO₂".





2.1.2. Tendencias en el sistema de propulsión

En comparación con las tecnologías termodinámicas del sistema de propulsión, las tecnologías eléctricas de propulsión se caracterizan por una muy alta eficiencia "tanque / batería"-a-rueda (TtW) "y el potencial de cero emisiones locales. Por lo tanto, los vehículos eléctricos con batería se consideran una posibilidad favorable para hacer que la movilidad sea más eficiente y limpia en términos de energía, y sobre todo para descarbonizar la movilidad. Esto puede ser cierto si la electricidad necesaria es producida por fuentes renovables, es decir, energía solar, eólica e hidráulica.

Además, las tecnologías híbridas y eléctricas del sistema de propulsión permiten una experiencia de conducción totalmente nueva con respecto al comportamiento y el rendimiento de la conducción.

Aunque las tecnologías básicas están desarrolladas y ya están disponibles en el mercado, la tendencia va en la dirección de hacer que estas tecnologías sean asequibles. Esto significa grandes inversiones en pasos de optimización, especialmente en nuevas metodologías de desarrollo, tecnologías de producción, sistemas de diseño modular y aplicación de materiales menos costosos. Solo si estos vehículos se pueden ofrecer a precios razonables, se pueden vender grandes cantidades, lo que genera un impacto ambiental considerable.

Todos los componentes, como los motores electrónicos, la batería, la electrónica de potencia, el sistema de refrigeración, los controles y los sistemas de carga, se utilizan en muchas variantes diferentes y el mercado aún no ha definido el concepto. Tampoco se logran grandes números de producción.

Teniendo en cuenta estos hechos, es necesario realizar más trabajos de investigación y desarrollo para producir productos altamente eficientes, competitivos, rentables y optimizados. El mercado también solicita alta confiabilidad y vida útil.

Para aprovechar todo el potencial de BEV y PHEV, debe estar disponible una infraestructura de carga suficiente. Además, debido a la alta demanda de energía, los nuevos PHEV y BEV necesitan altos niveles de voltaje de hasta 1000 V para un rendimiento máximo.



En el campo de los vehículos comerciales pesados y los autobuses, los conceptos relevantes del sistema de propulsión son los vehículos eléctricos e híbridos con batería de depósito. Los vehículos adheridos al depósito legitiman la operación puramente eléctrica de batería en los sectores de servicio pesado y de autobuses porque las distancias cubiertas son calculables tanto en curso como en longitud. Los vehículos adheridos al depósito en uso urbano con tráfico intensivo de parada y salida tienen ventajas en contaminantes y emisiones debido a la recuperación de energía de frenado potencialmente mayor. El uso de vehículos pesados eléctricos con batería ya se ha iniciado, todos los camiones y autobuses con batería eléctrica para distancias de hasta 800 km estarán disponibles para 2020.

Niveles de voltaje

Se requieren sistemas de alto voltaje (voltajes superiores a 60 V y recientemente hasta 800 V) para alcanzar largas distancias con accionamientos puramente eléctricos. Los automóviles eléctricos premium alcanzan los niveles de voltaje más altos, como Teslas, Porsches, etc. Son la causa principal de los altos costos del sistema y también tocan el problema de seguridad, lo que significa que se requieren costosos sistemas de aislamiento y protección táctil.

Para expectativas de rango más pequeño como turismos urbanos y turismos híbridos asequibles, el nivel de voltaje de 48 V está ganando importancia en los últimos meses.

Motores electrónicos e inversores

Los grandes desarrollos del motor eléctrico pueden lograr grandes efectos en términos de mitigación de contaminantes y emisiones de GEI y generación de valor agregado.

Las estructuras avanzadas de motores eléctricos, como los nuevos tipos de bobinado, los materiales del motor o las topologías del motor, así como la integración del motor-inversor ofrecen altos potenciales. La tendencia se dirige a motores eléctricos altamente integrados con velocidades de revolución más altas (> 20,000 rpm) para proporcionar el rendimiento requerido con menor peso y menos espacio necesario. Además, las áreas clave del desarrollo del motor son escalabilidad, conceptos bajos o no magnéticos, conceptos de enfriamiento y estabilidad térmica, soluciones de transmisión especiales que acoplan motor eléctrico y de combustión interna y seguridad funcional de todos los componentes.

Inversores:

El control avanzado del motor mejora la eficiencia, la densidad y el rendimiento de potencia máxima y la precisión del par (rendimiento de conducción).

Con respecto al "Software de diagnóstico y control de motores", los objetivos son la parametrización rápida, la modularización mejorada y las características de seguridad mejoradas. Por lo tanto, es necesario un esfuerzo significativo de I + D para el modelado avanzado basado en modelos, como el autoaprendizaje fácil y los algoritmos adaptables y flexibles.

De gran importancia es el desarrollo de cajas de engranajes altamente integradas (engranajes reductores) para los sistemas de propulsión con energía eléctrica, que tienen que lograr bajas pérdidas internas, comportamiento dinámico optimizado y comportamiento optimizado de ruido, vibración y dureza (NVH behaviour en inglés, *Noise, vibration, and harshness*) necesarios para hacer frente a las altas velocidades de revolución de motores eléctricos. El esfuerzo de I + D es alto, ya que todos los

componentes mecánicos para uso automotriz (dirección, sellos, fijación de imanes, etc.) se encuentran en una etapa temprana de desarrollo.

El término "Electrónica de potencia" resume el convertidor, el convertidor DC a DC y la unidad de carga a bordo. Las actividades a corto plazo se relacionan principalmente con el aumento de la eficiencia, la miniaturización y los nuevos conceptos de enfriamiento con especial énfasis en el enfriamiento a "altas temperaturas". Los nuevos materiales, los inversores de "autoaprendizaje" y la producción en masa (por ejemplo, GaN y SiC para inversores de conmutación rápidos de baja pérdida) minimizarán los costos a mediano y largo plazo y crearán valor añadido. El circuito de seguridad y los componentes electrónicos de energía pasiva (fusibles, resistencias, condensadores, inductores) que pueden hacer frente a la alta densidad de energía y los requisitos de seguridad automotriz faltan hoy y deben desarrollarse. Se necesitan grandes esfuerzos de I + D en los procesos de fabricación para aprovechar todo el potencial de valor agregado en Austria.

Los sistemas de alta potencia con un nivel de voltaje de hasta 1,000V ofrecen la ventaja de corrientes eléctricas más bajas necesarias para lograr el rendimiento de energía eléctrica requerido. Por lo tanto, los beneficios son cables más delgados, motores eléctricos más pequeños y más eficientes, menor generación de calor. Estos beneficios serán de gran importancia para los sistemas de carga rápida. En el corto y mediano plazo, los sistemas de alta potencia estarán disponibles en el segmento de vehículos de clase de lujo, las primeras aplicaciones llegarán al mercado alrededor de 2020.

Además, las reducciones de costos son necesarias en la producción de los componentes del tren de energía eléctrica, lo que permite que un gran número de usuarios finales puedan permitirse y utilizar los beneficios de estas tecnologías, y así aumentar los impactos ambientales positivos. Dichas tecnologías solo pueden generalizarse a medida que caen los costos de estos sistemas. La investigación y el desarrollo aplicados en estas áreas, especialmente en el campo de las tecnologías de producción, siguen siendo necesarios.

Baterías

El cambio rápido en la tecnología de la batería puede verse como un gran desafío para todos los desarrolladores de vehículos eléctricos con batería. A partir de eso, se deben realizar grandes esfuerzos de evaluación y prueba para reducir el riesgo de inversión en la tecnología incorrecta o ya obsoleta. Se deben desarrollar nuevas habilidades y competencias para comprender la química celular, el proceso de producción, los efectos de costos y el desarrollo de sistemas optimizados de administración de baterías. Esto también aborda la integración segura de las nuevas tecnologías celulares en los paquetes de baterías, el reconocimiento temprano de riesgos, la prevención de fallas y la gestión de calidad respectiva.

Una buena descripción de todos los tipos de celdas de batería ofrece el llamado Diagrama de Ragone, que muestra la relación entre la capacidad de potencia (W / kg) y la capacidad de energía (Wh / kg), ver Fig.8.

High specific energy and power

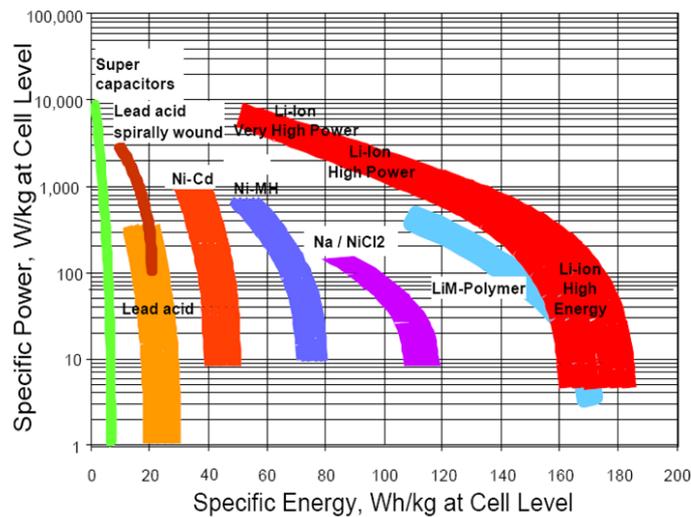


Figura 8. Diagrama de Ragone para el almacenamiento de energía eléctrica.

En los últimos años, el desarrollo de las baterías de iones de litio estaba en foco y se dice que el desarrollo continuo se debe a una mejora de aproximadamente el 4% de la capacidad de las celdas cada año. Otras tecnologías, como cualquier tipo de ácido de plomo, las baterías de NiMeH todavía están en el mercado (¡Toyota Prius usó NiMeH!) Pero pueden considerarse obsoletas para las aplicaciones de propulsión EV.

Las células de iones de litio se pueden desarrollar en ambas direcciones, alta energía específica (según sea necesario en vehículos eléctricos puros para distancias más largas) o en la dirección de alta potencia (como se aplica en vehículos híbridos).

La reacción básica de las baterías de iones de litio se puede ver en la siguiente figura:

$$\text{Li}_x\text{C}_n \xrightleftharpoons[\text{C}]{\text{D}} \text{C}_n + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \quad \text{Li}_{1-x}\text{MO}_2 + x\text{e}^- + x\text{Li}^+ \xrightleftharpoons[\text{C}]{\text{D}} \text{LiMO}_2$$

Highest energy density !!!

But this technology requires extensive diagnosis!

Negative Electrode

Graphite

Electrolyte

Positive Electrode

LiMO₂

Voltage limits for different cells
Too high or too low will destroy cell

Akkutechnologie	Unterspannung	Überspannung
LiFePO ₄	2,000V	3,800V
Lithium-Polymer	2,500V	4,250V

Figura 9. Reacción básica de las células de iones de litio

Se pueden ver nuevas tecnologías en el horizonte, como muestra la hoja de ruta de la celda de batería:

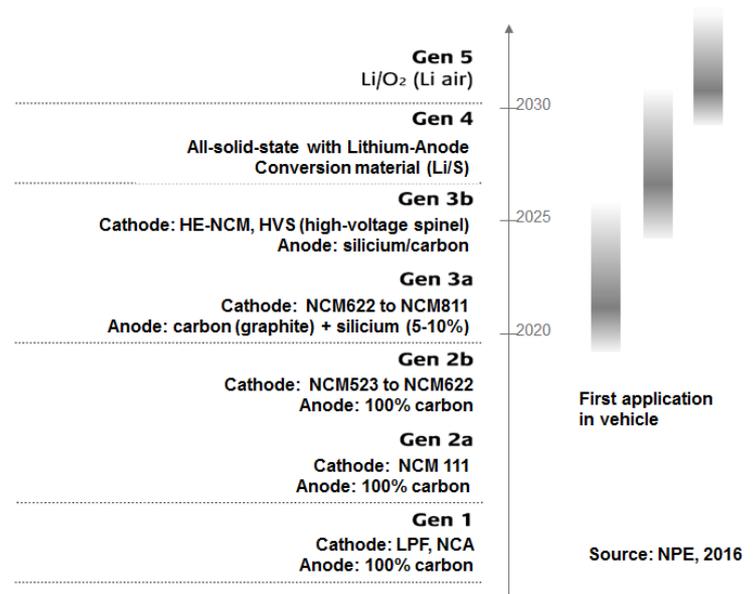


Figura 10. Hoja de ruta de la tecnología de celdas de batería hasta 2030

Los desarrollos actuales se encuentran en la etapa 2b a 3a y su objetivo principal es reducir drásticamente el contenido de cobalto y aumentar el voltaje de la celda de 3.7 a ~ 4.3 voltios. El cobalto es a la vez caro y tóxico. Las próximas generaciones de baterías se denominarán baterías de "estado sólido". En las baterías de estado sólido, el electrolito ya no es un líquido orgánico, sino un polímero sólido o incluso gafas especiales. Con este diseño, el electrolito ya no puede tener fugas y, además de mayores capacidades (factor 2 a 3 en comparación con las baterías actuales), tampoco pueden quemarse fácilmente.

Se realizan investigaciones a largo plazo para las llamadas baterías de "metal / aire", que toman el material de oxidación del oxígeno del aire, reduciendo drásticamente el peso. Actualmente, la recarga es el gran problema y los expertos los esperan en el mercado no antes de 2030.

Se puede afirmar que el desarrollo celular aún no está resuelto y, por lo tanto, los fabricantes de automóviles pueden estar un poco confundidos y dudar en elegir su tecnología celular, ya que podría ser obsoleto en unos años.

Pero las baterías no solo consisten en celdas, una batería completa para aplicaciones automotrices es un componente complejo y consta de una carcasa especial, dispositivos de conexión y desconexión, fusibles, capacidad de calefacción y refrigeración, y un complejo sistema de administración de baterías, que también es responsable de la carga segura.

La Figura 10 muestra los componentes principales de una batería automotriz moderna

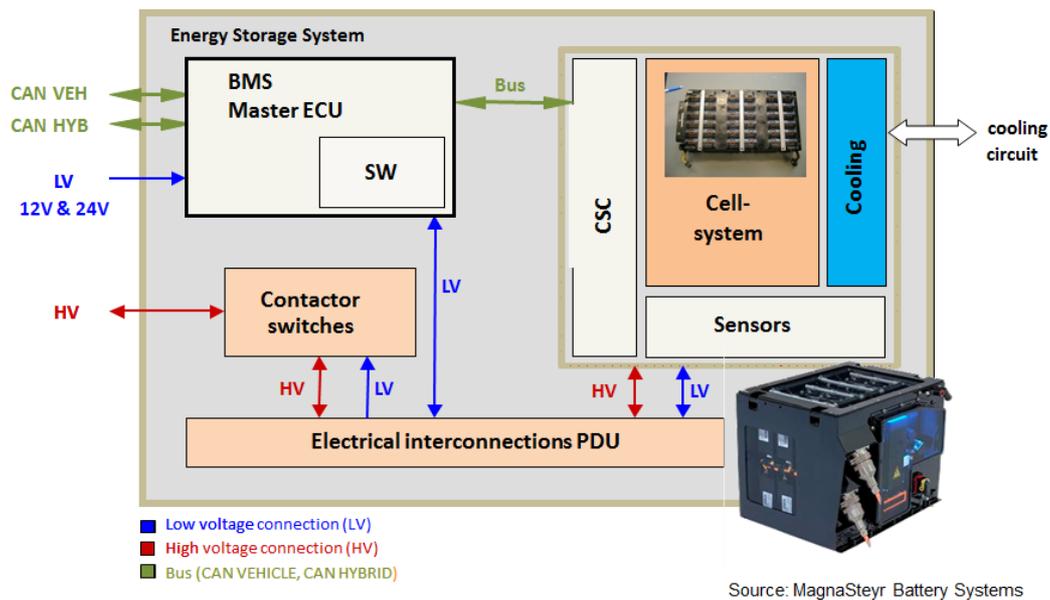


Figura 11. Arquitectura de batería automotriz

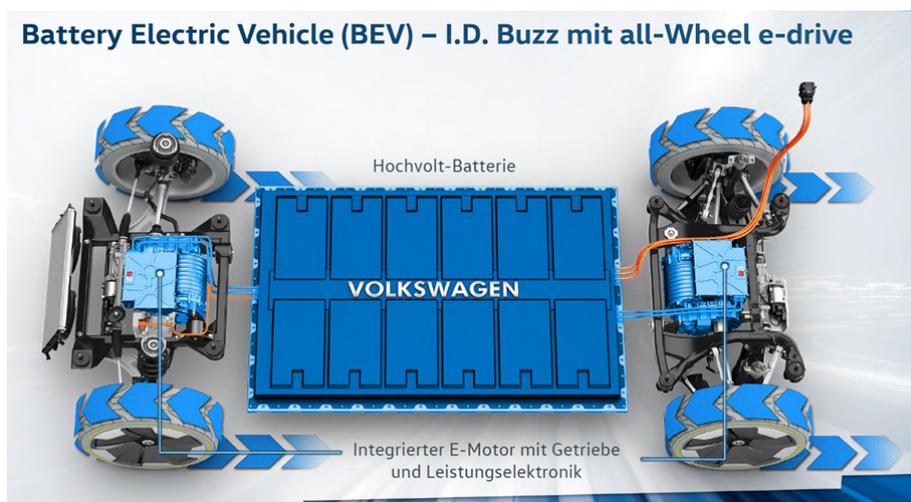


Figura 12. Integración de la batería "debajo del capó" en el vehículo

En resumen, las tecnologías de batería son los impulsores clave para el éxito de los vehículos híbridos y eléctricos puros. Los expertos predicen que la densidad de energía se duplicará y los costos caerán a aproximadamente 100 EUR / kWh en el nivel del módulo de batería para 2020. Los efectos ambientales positivos de los vehículos eléctricos con batería son incluso mayores que con los vehículos eléctricos híbridos. Las tecnologías de baterías de iones de litio (Li-ion) han permeado el mercado pero serán reemplazadas por baterías avanzadas de iones de litio (3ra generación) y baterías de estado sólido (4ta generación) a largo plazo. Por lo tanto, se requiere un esfuerzo de I + D de forma continua. Las nuevas tecnologías de batería, como las baterías de metal-aire (Sulphur-Air, Mg-Air, Li-Air) con mayor energía (y posiblemente y densidad de potencia), así como baterías integradas altamente modulares, no penetrarán en el mercado antes de 2030.

En los últimos años, las baterías para aplicaciones automotrices se han mejorado enormemente, sin embargo, aún es necesaria una mejora adicional. El objetivo de todas las tecnologías de batería es mejorar el contenido de energía a un nivel de voltaje más alto, la relación potencia / energía y la integración, reduciendo los costos y aumentando la eficiencia, la durabilidad (estabilidad del ciclo) y la seguridad.

Además, dado que las baterías (de tracción) en aplicaciones automotrices son bastante nuevas, existen varios enfoques para lograr el mismo objetivo. Por ejemplo, los fabricantes de automóviles establecidos tienen la ambiciosa demanda de cumplir con los requisitos de seguridad automotriz no solo a nivel de sistema sino también a nivel de celda. Por otro lado, los fabricantes de vehículos eléctricos de batería recientemente establecidos han desarrollado métodos para obtener el mismo nivel de seguridad solo a nivel de sistemas, utilizando celdas de batería de electrónica de consumo (con requisitos de seguridad más bajos).

Sistemas de carga

El desarrollo de tecnologías de carga eficientes es fundamental para el éxito de los vehículos eléctricos con batería.

Los sistemas de carga conductivos (con enchufes) están disponibles y ya se han introducido parcialmente en el mercado.

La carga inductiva se considera una tecnología de carga a medio y largo plazo. Dado que la eficiencia de tales sistemas es aún demasiado baja y los efectos de los campos magnéticos en el cuerpo humano y el medio ambiente aún se desconocen, se necesita más investigación y esfuerzo de I + D.

Los sistemas de intercambio de baterías requieren un alto nivel de estandarización, lo que afecta a los OEM (*fabricante de equipo original*, en inglés: *Original Equipment Manufacturer*) en su libertad de diseño. Son necesarios dos casos: uno en el chasis del automóvil y otro para los módulos de batería, lo que también aumenta el peso y la complejidad. Además, requieren una gran cantidad de baterías estandarizadas adicionales para garantizar la disponibilidad constante de baterías cargadas. Esto se ve como un desafío financiero y logístico. El costo y la imagen son obstáculos serios siempre que la jurisdicción de garantía no esté legalmente aclarada en la UE. En consecuencia, se puede concluir que los sistemas de intercambio de baterías no valen la pena para un uso común, al menos por el momento. La situación se puede juzgar de manera diferente en las operaciones de la flota en condiciones controladas.

La carga rápida (carga con alta corriente) es otra tecnología para acortar el tiempo de carga. Sin embargo, la carga rápida requiere una gestión térmica sofisticada de la batería para evitar una reducción de la durabilidad de la batería y una pérdida de eficiencia del proceso de carga en sí. Además, presenta grandes desafíos para satisfacer la alta demanda de energía y la estabilidad de la red. Un enfoque para superar las restricciones de la red es utilizar baterías amortiguadoras en las estaciones de carga: las primeras soluciones ya están disponibles en el mercado. Sin embargo, las tecnologías de carga rápida ayudan a satisfacer la ansiedad de alcance de los usuarios, aunque las pruebas de campo muestran que los usuarios confían solo en una medida bastante pequeña en la carga rápida porque tienden a cargar sus vehículos en casa o en el trabajo.

Sin contacto de carga / inductivo:

Se han realizado enfoques para mejorar el comportamiento enchufable de las personas y para evitar el manejo de cables a veces sucios y húmedos. A través de bobinas y alta frecuencia, la energía se envía desde la unidad de carga al piso de los vehículos. Esta podría ser una forma elegante de recargar los vehículos eléctricos sin manos sucias, pero también se debe considerar la eficiencia. Hasta ahora, tales sistemas no pueden competir con los sistemas conductivos estándar. La influencia de las transferencias de energía de alta frecuencia al medio ambiente, como los animales y los humanos, debe investigarse más a fondo para evitar resultados negativos.



2.1.3. Tendencia hacia el sistema de propulsión de combustible pila

El hidrógeno "verde" permite un sistema energético integrado, eficiente y socialmente sostenible. Para alcanzar los objetivos climáticos acordados en París 2015, se requiere una descarbonización del sistema energético completo. ¡La electricidad verde y el hidrógeno verde son el único portador de energía real para este cambio de energía!

Existen dos tecnologías principales de celdas de combustible para aplicaciones automotrices. Por un lado, la celda de combustible de membrana de electrolito de polímero (PEMFC) y, por otro lado, la celda de combustible de óxido sólido (SOFC). Las características distintivas de PEMFC incluyen rangos de temperatura / presión más bajos (por ejemplo, 50 ° C a 100 ° C) y una membrana electrolítica de polímero especial.

El SOFC tiene un óxido sólido o electrolito cerámico y funciona a niveles de alta temperatura entre 500 ° C y 1000 ° C. Ambas tecnologías, PEMFC y SOFC ofrecen un gran potencial de sinergia con sus respectivas tecnologías de electrólisis, la electrólisis de membrana electrolítica de polímero y la célula de electrólisis de óxido sólido (SOEC). Por lo tanto, estas tecnologías también se discuten.

Dado que compañías más largas como Daimler, Ford, GM y especialmente las compañías asiáticas Toyota, Honda y Hyundai están desarrollando vehículos propulsados por celdas de combustible.

La introducción en el mercado de un número notable de vehículos de celdas de combustible comenzó en regiones seleccionadas en 2014 con Hyundai iX35 seguido de 2015 por Toyota Mirai. Antes de eso, Daimler extendió 200 vehículos A-Class F-Cell al cliente seleccionado. En este otoño, Daimler comienza con la venta de su primera celda de combustible SUV GLC Fuel Cell o F-Cell disponible.

La tabla muestra en qué campos es necesario realizar más actividades de investigación y se debe continuar.

	Término corto hasta 2025	Plazo medio 2025–2030	Largo plazo 2030+
Celda de combustible de membrana de electrolito polimérico - PEMFC	8	9	>9
Celda de combustible de óxido sólido - SOFC	<8	8	>9
Generación de Hidrógeno	9	9	>9
Almacenamiento de hidrógeno a bordo			
Conceptos del vehículo de celda de combustible	9	9	>9
Prueba y validación	9	9	>9
Pilas de combustible y producción de componentes	<8	9	9

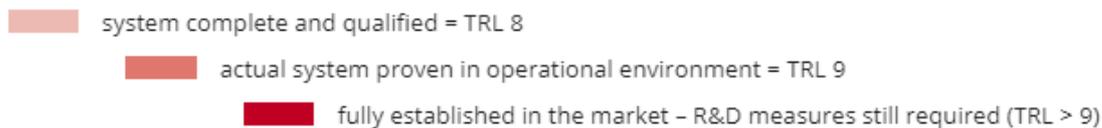


Figura 13. Disponibilidad del mercado de tecnologías avanzadas de trenes de potencia termodinámicos en términos de TRL (niveles de preparación tecnológica)

Las actividades actuales de I + D en componentes de celdas de combustible se centran en la eficiencia, la resistencia, la vida útil y el costo.

Las grandes inversiones en producción de alto volumen requeridas para reducir los costos de los sistemas de celdas de combustible y, por lo tanto, el precio de los vehículos son el mayor obstáculo para la introducción de sistemas de celdas de combustible.

Para la aplicación en vehículos de pasajeros, el foco está actualmente en la PEM Fuel Cell. Dependiendo del diseño del tren de potencia, las celdas de combustible operan a niveles de potencia de 15 a 30 kW para vehículos con extensor de alcance, aplicaciones APU y aplicaciones combinadas de calor y potencia (CHP) de hasta 100 kW y más potencia para vehículos de celda de combustible "puro".

Los vehículos de extensión de rango de pila de combustible son vehículos eléctricos de batería con celdas de combustible para mantener la carga o como solución alternativa en caso de batería descargada. En los vehículos con celda de combustible "pura", la celda de combustible proporciona la cantidad total de energía de accionamiento eléctrico. Se requieren una batería pequeña o supercondensadores para amortiguar los cambios de carga altamente dinámicos y el rendimiento máximo.

Actualmente se invierte un esfuerzo muy fuerte de I + D, especialmente en el desarrollo de nuevos materiales de bajo costo con alta durabilidad bajo altas cargas dinámicas para la celda de combustible. Con respecto a la segunda generación de vehículos de celda de combustible, el enfoque se pone en el reemplazo de catalizadores de metales nobles en la celda de combustible.

SOFC

Con el fin de reducir el uso de las "materias primas críticas" definidas por la UE, se requiere más I + D en el campo de los componentes de pila de SOFC fabricados con pulvimetalurgia, catalizadores calificados y electrólisis de alta temperatura (SOEC), por ejemplo a través de baja o platino -recursos libres, ya través del reciclaje, reduciendo o evitando el uso de elementos de tierras raras. Esto es de especial importancia, ya que la electrólisis es la única forma de producir hidrógeno verde.

Almacenamiento de hidrógeno

En cuanto al almacenamiento de hidrógeno, en la primera generación de vehículos con celdas de combustible, se utilizan tanques con un nivel de presión de hasta 700 bares. Los sistemas de tanques han alcanzado un nivel razonable, pero la tecnología utilizada es costosa y su estabilidad a largo plazo no está tan probada. Por lo tanto, se requiere un esfuerzo de I + D muy fuerte para el desarrollo de sistemas de almacenamiento de hidrógeno que alcancen altas densidades de almacenamiento a niveles más bajos de presión mientras se reducen los costos.

En el sector de servicio pesado, el uso de celdas de combustible PEM en autobuses urbanos se considera un mercado comercial temprano. Esto también ayuda a la acumulación de estaciones de combustible de hidrógeno, ya que estas estaciones de combustible obtienen un cliente confiable varias veces al día, lo que justifica la inversión.

En el campo de los vehículos pesados y autobuses, el SOFC estará listo para el mercado a corto plazo, utilizado como unidad de potencia auxiliar y como extensor de alcance. Desafortunadamente, este tipo de pila de combustible no puede proporcionar ningún beneficio de CO₂ cuando se opera con combustible fósil estándar, si se opera con hidrocarburos de bio-stock, el balance de CO₂ se vería influenciado.



Figura 14. Vehículo Toyota "MIRAI" (= Futuro) y componentes FC

Resumen de conceptos de vehículos de celda de combustible

En el uso automotriz, se utilizarán las celdas de combustible PEM y SOFC, ya sea para vehículos REX-FCV de rango extendido y / o vehículos con motor FC "puro". Especialmente para PEM, se producirán sinergias con la electrólisis PEM, para permitir a los clientes producir hidrógeno de forma descentralizada.

Resumiendo las tendencias detalladas en el desarrollo de celdas de combustible:

- Optimización NVH /
- mejorar la eficiencia /
- resistencia / vida útil /
- reducción de costos (minimizar los materiales preciosos) /
- aumentar la aceptación del cliente

Generación de Hidrógeno

Tendencias: mejorar el costo / vida útil / seguridad / optimización del proceso de producción / reducción de peso / embalaje



2.2. Aspectos y tendencias avanzados del vehículo

2.2.1. Tendencias en el diseño del cuerpo

- Selección de peso ligero / material para cuerpo en blanco
- Desarrollos de seguridad pasiva: seguridad activa
- Nuevos conceptos de vehículos para automóviles, autobuses y camiones electrificados y automatizados.
- Nuevos métodos de producción dependiendo del volumen de producción.

Muchos años, el diseño del cuerpo estuvo dominado por los crecientes desafíos con respecto a la seguridad y la comodidad, lo que resultó en más y más peso. Como ejemplo, el peso de un VW Golf normal se duplicó desde los años setenta hasta 2010. Por lo tanto, es hora de cambiar la dirección de la espiral de peso. Todos los OEM ahora están tratando de reducir el peso del vehículo básicamente mediante la introducción de tres medidas.

- El manejo efectivo del peso se puede lograr mediante:
 - Diseño basado en peso ligero,
 - material a base de peso ligero y
 - producción basada en peso ligero.

El peso ligero basado en el diseño consiste en:

- Integración funcional: una parte para dos o tres funciones, evitando demasiadas partes
- Diseño de materiales múltiples: uso del material de acuerdo con su resistencia individual
- Sistemas completos de gestión de choques con integración funcional hecha de aluminio fundido a presión



- Nuevas soluciones orientadas a la forma que utilizan las llamadas optimizaciones biónicas para reducir materiales, especialmente para componentes que están en flujos de aire o líquido

- Modelado intensivo

Material basado en peso ligero:

- Uso de materiales sintéticos reforzados con fibra, aleaciones de metal ligero optimizadas (Al, Mg, Ti)
- Aplicación de chapa de acero de alta resistencia (TRIP, endurecimiento al horno, acero multifásico)
- Nuevos materiales híbridos con componentes de aleaciones ligeras, acero, fibra de vidrio, fibra de carbono.
- Recubrimientos de metal duro
- Aumento de las porciones de reciclaje en aleaciones de aluminio

Producción basada en peso ligero:

- Nuevas tecnologías de unión (soldadura CMT, soldadura por haz de electrones, unión, etc.)
- Desarrollo de nuevos Ad-Ons de soldadura para combinaciones de soldadura inusuales.
- Desarrollo de nuevos procesos de producción eficientes para materiales híbridos.
- Nuevas tecnologías de deformación

Como la selección del diseño de la carrocería depende en gran medida de las cifras de producción anual proyectadas, la siguiente Figura da una idea de qué concepto se utiliza actualmente.

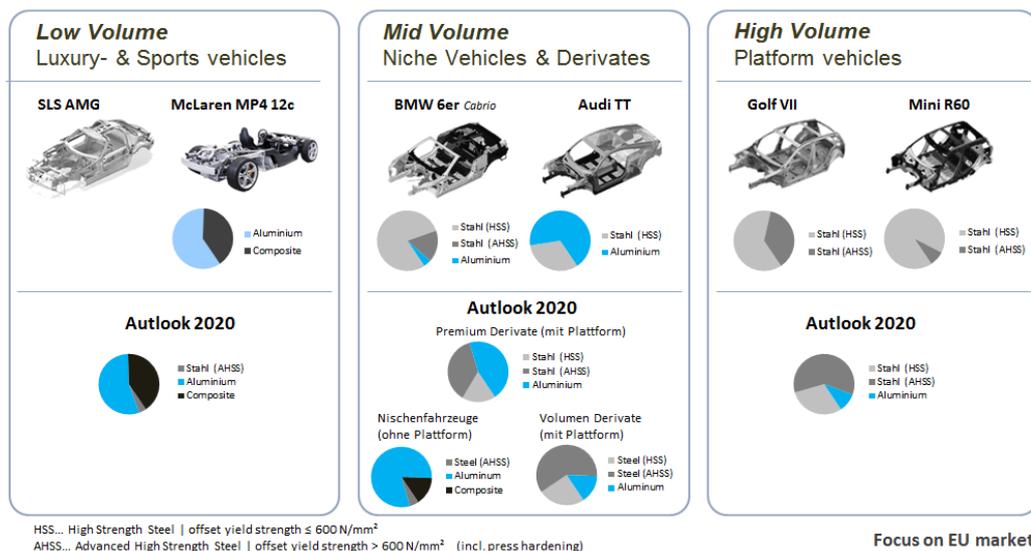


Figura 15. Procesos de carrocerías automotrices en producción y perspectivas 2020

Para comparar los posibles procesos y vincularlos con el volumen de producción y especialmente para lograr costos razonables, se ha dibujado el siguiente gráfico.

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

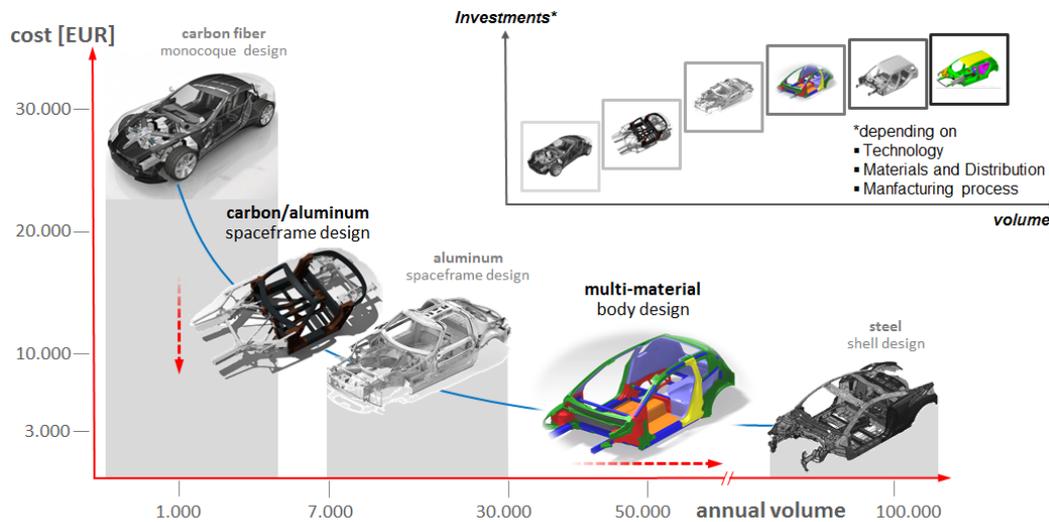


Figura 16. Costos versus volumen para diferentes cuerpos en conceptos blancos

Una tendencia relativamente nueva en el diseño de carrocería en blanco es el diseño de múltiples materiales para cifras de producción media de alrededor de 50,000 piezas al año. Este concepto de diseño intenta combinar diferentes materiales y usarlos donde tienen propiedades superiores. Siguiendo el lema: "el material correcto en el lugar correcto", aluminio, fibra de carbono, acero avanzado de alta resistencia, fibra de vidrio e incluso materiales de madera se combinan. De este modo, se puede diseñar un nuevo chasis liviano, pero se debe poner especial énfasis en la reciclabilidad de los diferentes materiales.

Seguridad pasiva versus seguridad activa

Como se mencionó al comienzo de este capítulo, una de las razones por las cuales el peso de los vehículos aumentó enormemente en las últimas décadas fueron los estrictos y continuamente elevados estándares de seguridad, que solo podrían ser igualados por diseños más fuertes y pesados. Por lo tanto, la seguridad pasiva del vehículo, incluidos los sistemas de retención de ocupantes, alcanzó un nivel muy alto.

New vehicle concepts for electrified and automated cars, and busses offer the chance to go in a different direction, because they will offer a high degree on active safety. Hopefully these developments will lead to avoid collisions completely and then the vehicles could rebuild their passive safety to a minimum which would make them lighter again.



Figura 17. Nuevos conceptos de vehículos con alta seguridad activa pero seguridad pasiva reducida

Se desarrollarán nuevos conceptos de vehículos automatizados, llamados "People Mover".

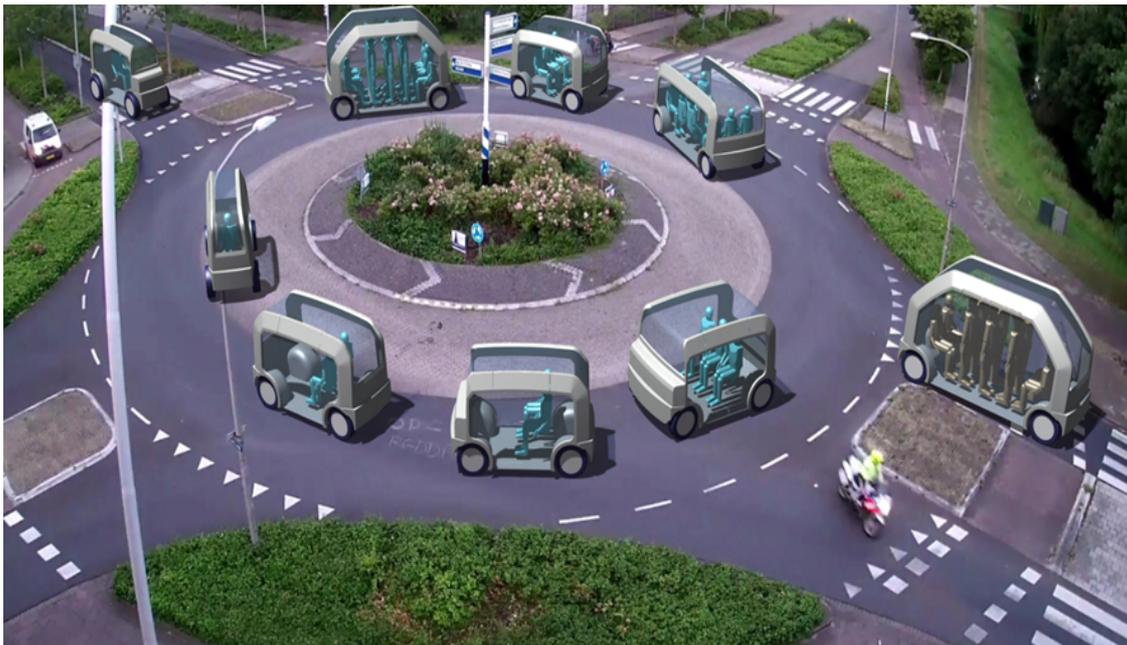


Figura 18. Nuevos conceptos de movilidad con el transporte urbano del futuro.

Se reconoce cada vez más que incluso los autos deportivos premium, vehículos comerciales (camionetas de reparto y camiones), trenes y barcos están siendo electrificados



2.2.2. Arquitecturas híbridas

Elección de motor de combustión interna

Dado que el motor de combustión interna funciona de una manera sustancialmente diferente (afeitado de picos, cambio de punto de carga, arranque / parada ...) en un híbrido en comparación con un tren de fuerza termodinámico puro, la adaptación especial de los motores de combustión existentes o el uso de motores de combustión alternativos permite una mayor reducción de las emisiones y el consumo de combustible. Los motores convencionales de gasolina o diesel son solo la opción a corto plazo. Los enfoques alternativos (procesos de combustión modificados como Miller / Atkinson) o incluso conceptos de motores alternativos con desplazamiento pequeño para su uso en aplicaciones de extensor de rango, son opciones prometedoras.

En el campo de los vehículos comerciales, el enfoque de I + D se centra en los conceptos de motores diesel y de gas natural, algunos de los cuales ya se han lanzado y penetrarán en el mercado a mediano plazo.

48V-Systems

Se puede predecir un papel especial en HEV para los sistemas de 48V, especialmente en los automóviles de pasajeros que se producen en grandes cantidades bajo una presión de precios extraordinaria. Los sistemas híbridos rentables basados en 48V serán una solución atractiva en este segmento. Los sistemas de 48 V se aplicarán como parte del tren de potencia, así como para sistemas auxiliares (frenos, dirección, sistema de CA, etc.). Se anticipa que, en un futuro cercano, los automóviles de lujo utilizarán un voltaje neto de placa de 48V ya que los sistemas de confort auxiliar están alcanzando sus límites con los sistemas de 12V.

Los sistemas micro híbridos que usan sistemas de 12V no pueden proporcionar beneficios ambientales suficientemente efectivos, ya que los niveles de potencia alcanzados de hasta 3-4 kW no son suficientes para crucero eléctrico o frenado regenerativo. Por lo tanto, los sistemas de 48 V que proporcionan niveles de potencia de hasta 8 a 10 kW, recientemente reportados hasta 30 kW, alcanzando así el área ligeramente híbrida, prometen proporcionar un notable consumo de combustible o reducciones de CO₂ en funciones como el frenado regenerativo, asistencia ICE a través de sobrecarga eléctrica tecnologías o incluso la llamada "navegación" que se hace posible en estos niveles de potencia.

Una solución rentable es implementar un generador de arranque por correa (BSG). Se puede crear un beneficio adicional al "flematizar" la dinámica de ICE, el llamado "afeitado de picos".

Un aspecto importante de los sistemas de 48 V es que no requieren medidas de protección táctil prescritas por ley para sistemas de más de 60 V. Como consecuencia, no se necesitará capacitación especial y equipo de seguridad para el manejo de alto voltaje en garajes a corto plazo.

La introducción de sistemas de 48 V requiere una investigación exhaustiva en el desarrollo de componentes de 48 V, como motores eléctricos e inversores. Especialmente la tecnología de fusión y conmutación de altas corrientes es un gran desafío. El desarrollo de componentes del sistema de 48 V como tecnología de puente para grandes vehículos eléctricos ofrece una buena oportunidad de negocio en el futuro.

Arquitecturas divididas en serie / paralelas / de potencia

La funcionalidad y la eficiencia de los trenes de potencia híbridos también dependen en gran medida de la arquitectura o topología seleccionada.

Serie:

En la arquitectura en serie, todos los componentes del tren motriz están dispuestos en serie, lo que significa que el flujo de energía sigue: motor de combustión interna - generador - inversor - enlace de CC - (batería) - inversor - motor electrónico. En esta configuración, el motor de combustión interna no tiene conexión directa con las ruedas. Si un tren motriz de este tipo ofrece el rendimiento completo del vehículo, todas las máquinas mencionadas anteriormente deben tener aproximadamente la misma potencia nominal, lo que conduce a 3 motores grandes. Estos tres motores principales son generalmente demasiado grandes y caros (dos máquinas eléctricas, dos inversores) especialmente para la aplicación de automóviles de pasajeros en la conducción predominantemente en la ciudad, por lo tanto, este tipo de híbrido rara vez se realiza, pero principalmente en autobuses, trenes, barcos u otra maquinaria grande.

En general, la eficiencia del tren motriz híbrido en serie es baja debido al alto número de conversiones de energía. Entonces, la energía química del combustible se convierte en energía mecánica con una eficiencia relativamente baja, luego en el generador esta energía mecánica se transfiere a energía eléctrica y así sucesivamente. Finalmente, la energía eléctrica se ha reconvertido en el motor electrónico a energía mecánica. Por lo tanto, se deben pasar hasta 11 eficiencias hasta que la potencia esté sobre ruedas. Considerando este hecho, este tipo de híbridos también podría llamarse una "máquina de conversión de energía".

Una variante de la disposición en serie es el llamado "Range Extender" (REX), donde el dimensionamiento de potencia del motor de combustión interna es significativamente menor que el sistema de accionamiento electrónico en las ruedas. Una batería grande suministra la energía para el uso "normal". Como su nombre indica en esta disposición, el grupo electrógeno ayuda a prolongar el alcance del accionamiento eléctrico dominante y recarga la batería en caso de que la distancia a conducir sea significativamente mayor de lo habitual. La potencia del grupo electrógeno se puede elegir en el rango de 5 a 15 kW, pero es obvio que cuando la masa está plana (lo que puede ocurrir con más frecuencia de lo esperado), el vehículo "cojeará" solo con eso. potencia: convertirse en un obstáculo en el tráfico, especialmente en entornos montañosos o incluso montañosos. Por lo tanto, es mejor elegir una potencia entre 30 y 40 kW, para que el rendimiento del vehículo no se deteriore tanto cuando solo depende del grupo electrógeno. La transferencia de una mayor potencia a través de la cadena completa también significa que las eficiencias involucradas conducen a un resultado general subóptimo, en este caso, una conexión directa del motor de combustión interna a la rueda ahorraría aproximadamente del 10 al 15% de consumo de combustible, una cantidad realmente considerable. Pero la introducción de esta posibilidad hará que un híbrido paralelo de la serie sea híbrido.

Se puede afirmar que la tendencia se aleja de los trenes de potencia híbridos en serie, por un lado porque las baterías mejoraron significativamente en los últimos años, la capacidad aumentó y el costo disminuyó, y por lo tanto, la necesidad incluso de los extensores de rango se hizo menos urgente. Por otro lado, la baja eficiencia mencionada de tal disposición no es adecuada en momentos en que los objetivos de CO2 son cada vez más estrictos.

Paralelo

Esta arquitectura es la más común debido a su eficiencia mecánica y económica. Solo se necesita un motor / inversor eléctrico, se puede dimensionar en el rango de potencia más bajo ya que el motor de combustión interna de tamaño completo se hará cargo de la alta demanda de energía. Y no hay limitación de alcance, ya que el alcance está determinado por la capacidad del tanque del vehículo como de costumbre.

La mayoría de las compañías como VW, Audi, Daimler, etc. confían en este concepto. Daimler "inventó" una nomenclatura y llamó a las subversiones de esta arquitectura Px, como se muestra en la siguiente ilustración: Figura

La tendencia indica que P2 ofrece la mayor flexibilidad y ventajas. Con P1, la conducción eléctrica pura no tiene sentido, ya que en el modo eléctrico el motor de combustión interna debe ser manejado y, por lo tanto, causar pérdidas graves. P2 con los dos dispositivos de separación antes y después del motor electrónico proporciona una conducción eléctrica pura, así como todos los demás modos híbridos de manera eficiente.

P3 con el motor electrónico después de que la transmisión no le guste más, ya que el motor electrónico funciona con una velocidad más baja y un par más alto para el mismo nivel de potencia, lo que resulta en una máquina más voluminosa y 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

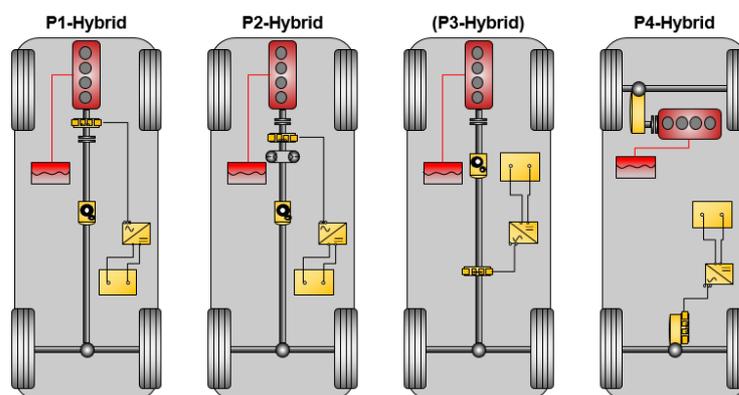


Figura 19. Diferentes arreglos híbridos paralelos según Daimler

P4 es el sistema paralelo "ad-on" que utiliza un segundo eje eléctrico además del eje impulsado convencional. Como se muestra en la Figura, el eje eléctrico está en la parte trasera, algunos autos súper deportivos ponen el eje eléctrico en la parte delantera. Existe un tipo de deficiencia con P4 y eso es cargar la batería. A primera vista, solo es posible la recuperación de energía de frenado y la generación de electricidad a través de la carretera, es decir, el eje delantero entrega más y el eje

trasero está frenando la energía excedente, es posible. La cantidad de recuperación de energía de frenado de un eje trasero es limitada, no se recomienda cargar a través de la carretera debido a la dinámica de conducción. Por lo tanto, se recomienda usar un generador de alto voltaje en el motor de combustión interna o aumentar la batería a un tamaño de enchufe y cargar la batería desde la gridele. Es utilizado por ejemplo por Peugeot.

División de potencia / variable estructural

Esta arquitectura fue introducida por el Toyota Prius en el mercado en 1996 y este automóvil ha sido el automóvil híbrido más exitoso desde entonces. Se han producido más de 10 Mio pcs.

Técnicamente, el THS (Sistema híbrido de Toyota) consta de 2 máquinas eléctricas, el motor de combustión interna y un dispositivo de división de potencia (juego de engranajes planetarios):

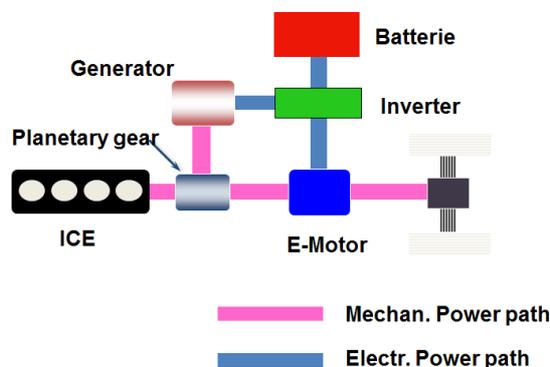


Figura 20. disposiciones híbridas de THS - Toyota Prius

La idea es que la mayor parte de la potencia llegue a las ruedas a través de una ruta mecánica, mientras que se utiliza una cantidad menor de potencia para controlar la velocidad del eje de transmisión. Esta disposición permite una operación similar a CVT y la mayoría de los clientes aprecian esa operación cómoda.

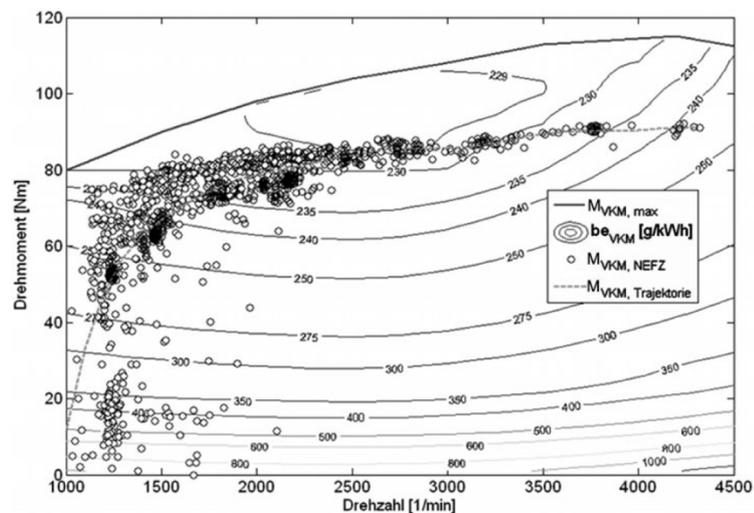


Abb. 6.9. Betriebspunkte des Verbrennungsmotors im NEFZ und die daraus ermittelte Trajektorie [106]

Figura 21. Puntos de operación del motor de combustión interna Prius en el mapa de combustión interna siguiendo una estrategia CVT para lograr un bajo consumo de combustible

Tendencia de arquitecturas híbridas-> PHEV (híbridos enchufables)

En Europa, por lo general, la legislación no se preocupa por la tecnología bajo la cubierta del motor, solo en el caso de los híbridos enchufables, hace una excepción. Dependiendo del rango eléctrico puro, las emisiones de CO2 se pueden restar del resultado del ciclo WLTP, haciendo que los PHEV sean un concepto muy atractivo para reducir las emisiones de la flota de CO2.

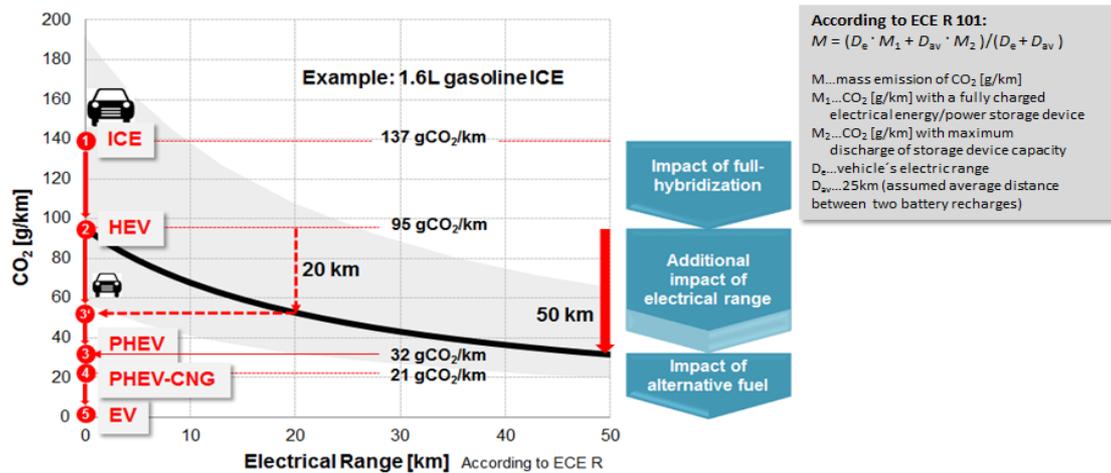


Figura 22. Ahorro de CO2 mediante un rango eléctrico puro según ECE R101

Ejemplo: VW GTE o Passat GTE

Plug-In Hybrid-Antrieb

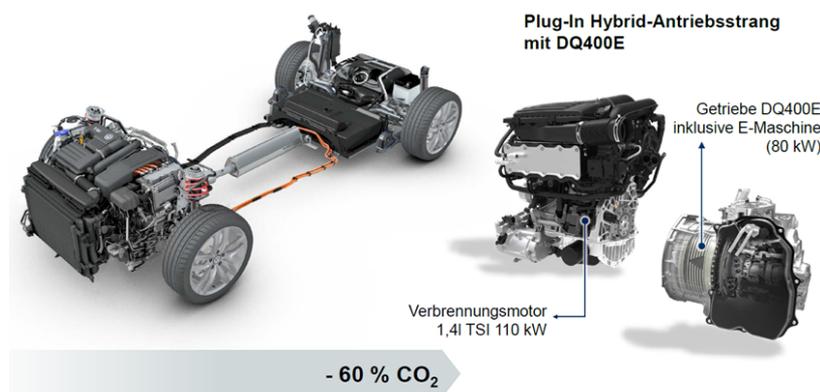


Figura 23. Componentes del tren motriz híbrido de un vehículo VW Golf GTE

Transmisión

La transmisión se está volviendo más importante con la creciente electrificación del tren de fuerza que nunca antes. La integración total de todos los componentes eléctricos en la transmisión (transmisión híbrida) es una tendencia. Dado que el motor eléctrico debe funcionar a altas velocidades (= alta densidad de potencia), se requiere un nuevo engranaje de reducción eficiente y silencioso para el eje. Una llamada transmisión híbrida cumple la función de un actuador para operar el ICE y el motor

eléctrico en paralelo y / o en serie. El esfuerzo de I + D y el valor agregado en la producción en masa son altos. El consumo de combustible se puede reducir hasta en un 15% al optimizar la interacción entre la transmisión y el tren de fuerza general.

Cada vez más, el motor eléctrico se integra en la transmisión, lo que convierte al proveedor de la transmisión en un proveedor de todo el sistema híbrido.



Figura 24. Ejemplo de transmisión "híbrida" VW DQ400E

Para reducir las emisiones de ruido del ICE (en vehículos eléctricos híbridos) y la transmisión, la I + D en acústica sigue desempeñando un papel importante.

Debido a su gran peso, las transmisiones de camiones deben lidiar con pares mucho más altos en ambas direcciones en un mayor número de pasos de transmisión en comparación con los automóviles de pasajeros, lo que dificulta la integración de un motor eléctrico. El esfuerzo de I + D es particularmente alto, ya que las expectativas de durabilidad y confiabilidad requieren pruebas más extensas que en las aplicaciones de automóviles de pasajeros. El valor agregado de Austria en esta área radica principalmente en el desarrollo de sistemas completos de transmisión (transmisión, motor eléctrico, inversor, embrague) con actuadores asociados y estrategia operativa.

Gestión térmica

La gestión térmica afecta tanto las condiciones de funcionamiento de los componentes individuales como la comodidad en la cabina. El calentamiento y enfriamiento de la cabina bajo temperaturas ambientales extremas puede reducir significativamente el alcance de un vehículo (eléctrico). En algunos casos, por ejemplo en el tráfico de la ciudad, la demanda de energía para calefacción puede exceder la demanda requerida para la propulsión. Las nuevas soluciones para sistemas de almacenamiento de calor son de particular interés. El calor no utilizado se puede almacenar y usar de manera efectiva en un momento posterior (por ejemplo, el calor residual de los componentes del tren de fuerza para la calefacción interior al día siguiente) Los sistemas de almacenamiento de calor químico (sin requisitos de aislamiento y duración de almacenamiento indefinida) ofrecen un alto potencial para este propósito. Dichos sistemas de almacenamiento están disponibles en un nivel básico, pero aún se requiere mucho esfuerzo de I + D. El comportamiento de los componentes eléctricos como baterías, inversores y motores eléctricos son de especial interés con respecto a los componentes del vehículo.

En **Fuel Cell Vehicle Concepts**, la tendencia de desarrollo se dirige a la **optimización de NVH** y a objetivos para aumentar la aceptación del cliente (también por aceptar la infraestructura insuficiente en este momento). También se requieren incentivos gubernamentales para impulsar esta tecnología, especialmente en China, el gobierno está apoyando a los vehículos de celdas de combustible con altos subsidios.



2.3. Sistemas de producción

En los siguientes capítulos, el foco cambia del producto a la vista de producción. El desarrollo histórico de los sistemas de producción (ver Figura 24) comienza con Ford y Tylor, quienes elaboraron un concepto de línea y lograron reducir el tiempo promedio de producción de un Modelo T a 93 minutos. La producción en masa se complementó con **conceptos orientados a la tecnología**, como máquinas herramienta controladas numéricamente. Más tarde llegaron enfoques como la racionalización a través de la automatización o la **fabricación integrada por computadora**. Sin embargo, la llamada segunda revolución en la industria automotriz se produce con la introducción de Lean Production por Taiichi Ohno. Supuso que un trabajador alemán era tres veces más productivo que un japonés y un trabajador estadounidense tres veces más productivo que un trabajador alemán. Por lo tanto, Toyota planeó aumentar la productividad nueve veces en tres años. **Lean Production** es un enfoque de optimización continua de procesos e implica el diseño eficiente de toda la cadena de valor. Con la ayuda de varios métodos, procedimientos y principios, el objetivo es armonizar los procesos y crear un sistema de producción holístico sin desperdicio. Los aspectos clave del enfoque incluyen el enfoque al cliente y la reducción de costos. Los potenciales de desperdicio deben ser identificados y eliminados, para que los valores puedan ser creados y mantenidos sin desperdicio. Con la extensión a un sistema, se incluyen todas las áreas de negocios.

Como se muestra en la figura 25, la industria automotriz fue pionera en la adaptación del sistema de producción ajustada, por lo que la industria automotriz alemana llegó relativamente tarde. También se puede ver que hubo una adaptación en todos los sectores. Hoy, LPS es uno de los métodos comunes (Dombrowski und Mielke 2015, 4 y siguientes).

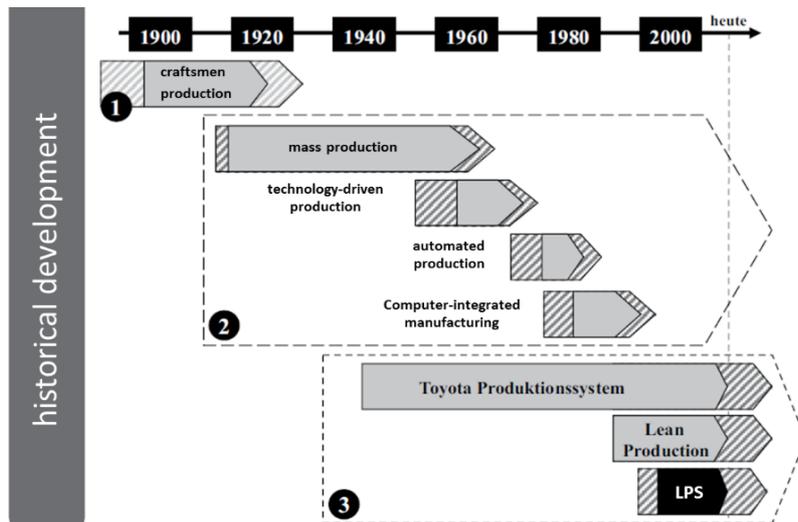


Figura 25. Fuente: Dombrowski, U.; Mielke T.: Ganzheitliche Produktionssysteme, 2015

Durante más de 100 años, la línea de ensamblaje en la industria automotriz ha marcado el ritmo. Un nuevo enfoque es el ensamblaje modular, que permite a las empresas manejar la creciente complejidad y diversidad de variantes mejor, de manera más flexible y eficiente. La idea detrás de esto es una producción sin una línea de ensamblaje, disuelta en sus pasos de trabajo individuales. Las nuevas estaciones de producción son atendidas por uno o dos trabajadores. A diferencia de hoy, trabajan de manera uniforme en un ritmo continuo porque ya no tienen que ajustar sus actividades a la velocidad del cinturón. Además, ya no se mueven con la banda. Los vehículos automáticos guiados (AGV) realizan el transporte de los cuerpos y las partes entre las estaciones. Los nuevos tipos de AGV que pueden orientarse a sí mismos y su posicionamiento con precisión de centímetros es a través de una red inalámbrica, una computadora central los controla según sea necesario. AUDI calcula con una ventaja de productividad de aproximadamente el 20 por ciento más x, a través del ensamblaje modular. La "x" aumenta cuanto más crece la variedad de variantes (Basic 2016).

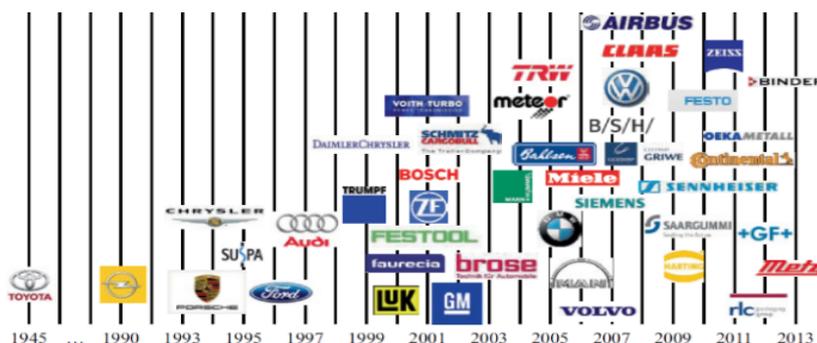


Figura 26. Áreas funcionales con mayores cambios debido a nuevos modelos de negocio / digitalización (Fuente: PWC, Encuesta B2B "Stimmungsbarometer Automotive", febrero de 2017)



designed by  freepik.com

2.3.1. La industria automotriz alemana

Ahora pasamos de los enfoques organizativos a los más técnicos. Aquí, los nuevos modelos de negocio y la digitalización son el mayor ímpetu, preocupación para la producción y la investigación y el desarrollo (ver figura 26) (PWC 2018).

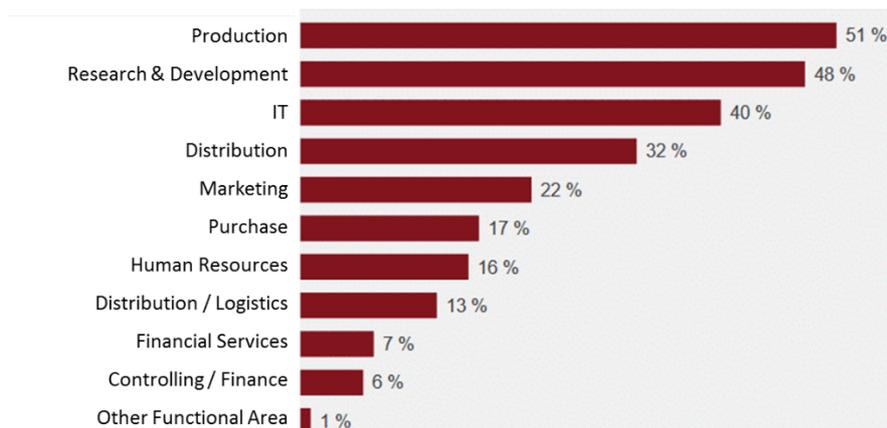


Figura 27. Áreas funcionales con mayores cambios debido a nuevos modelos de negocio / digitalización (Fuente: PWC, Encuesta B2B "Stimmungsbarometer Automotive", febrero de 2017)

La mirada a los esfuerzos de la industria automotriz muestra una visión más detallada. Como ejemplo, se toman BMW y Daimler. Los objetivos se refieren a los resultados que las empresas esperan archivar debido a las áreas de actividad (Dunckern 2014).

BMW (Ebner 2014):	
<p>Objetivos:</p> <p>I + D para mejorar aún más la construcción ligera producción en masa: redes inteligentes, mejorar la calidad al reducir los costos apoyar proyectos o nuevas estructuras de producción con enfoques de fábrica digital.</p>	<p>Áreas de actividad:</p> <p>simulación en producción sistemas de asistencia en la producción robótica y sistemas autónomos cadena de valor en red fábrica digital sistemas humano-robot sistemas de asistencia móvil sustentabilidad</p>
Daimler (Kienzle 2014):	
<p>Objetivos:</p> <p>reducción de los tiempos de arranque a través de la seguridad digital, integración horizontal y vertical, tiempos de adquisición reducidos para las instalaciones de producción, optimización de la producción y montaje, aumento de la automatización a través de la interacción humano-robot. flexibilización de la producción a través de la producción adaptable. optimización global de procesos</p>	<p>Áreas de actividad:</p> <p>vida digital en el trabajo, procesos de TI integrados (PLM, ERP, CAD, MES), fábrica digital y puesta en marcha virtual, fábrica versátil, robots sensibles.</p>

Para la categorización, las áreas de actividad se pueden agrupar por tipo de actividad. Por un lado, un alto nivel de actividad manual y, por otro, un alto grado de automatización. De hecho, hay varios puntos en común para ambos. Las tendencias se explican en el siguiente párrafo. El alto nivel de actividad manual destaca por una pequeña cantidad de robots, actividades recurrentes para los empleados, alta flexibilidad en la producción, altos costos de personal y bajos costos de máquinas. Debido a eso, las tendencias se convierten en robots industriales sensibles, sistemas de asistencia, alta calidad en la producción y realidad aumentada. El alto grado de automatización se define por los altos costos de la máquina, la baja flexibilidad, el alto grado de estandarización y una alta aplicación de robot. Esto lleva a un mantenimiento más predictivo, big data, comunicación M2M y problemas de sostenibilidad. Las características comunes son las unidades de transporte autónomas, la fábrica digital (planificación y simulación), los datos inteligentes para la calidad predictiva, el ciclo de vida de los datos, los KPI a través de tableros de instrumentos móviles, la integración horizontal y vertical, OPC UA (como sinónimo de estándares) para la comunicación, la transparencia en la producción con RFID, nubes y seguridad informática.



2.3.2. Tendencias en la producción

Industria 4.0

Industria 4.0 significa el enlace digital entre humanos, máquinas y productos y la digitalización de la producción industrial. (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) Una parte importante de eso es el llamado "internet de las cosas" [IoT], que describe la conexión de productos y dispositivos, la recopilación de datos de ellos y, finalmente, la Internet y la nube comunicación con los dispositivos conectados entre sí y con nosotros. Muchas de las cosas conectadas serán sensores, que serán más fáciles y baratos de producir en el futuro cercano. Por eso, serán posibles nuevos niveles de redes y conectividad entre máquinas y personas y también entre el mundo real y el virtual. (Desjardins 2015)

La Industria 4.0 conduce a la transparencia y la capacidad de control de procesos, máquinas y plantas a través de redes inteligentes, digitalización dirigida y reorganización de procesos orientada al valor. Se pueden destacar tres tendencias:

Smart Factory: la conexión en red de sistemas de producción integrados, basados en sistemas ciberfísicos, así como procesos ágiles, permiten una producción rentable de productos incluso con un alto grado de personalización hasta el tamaño de lote.

Gestión de datos: a través de la gestión de datos y el análisis de la gran cantidad de datos, como resultado del sistema conectado. Es posible crear una alta transparencia y transferir la información por AI directamente al algoritmo de mejora

Identificación y seguimiento de componentes: Otra ventaja de la producción basada en datos es la transparencia en la trazabilidad de cada pieza. Por ejemplo, la pieza se puede representar virtualmente

en base a gemelos digitales y se pueden reproducir procesos. Como resultado, la información de toda la cadena de suministro también se puede utilizar en el flujo de retroalimentación para mejorar.

Producción eficiente en recursos

Apoyar la creación de valor eficiente en energía y recursos a través de enfoques de planificación individual, control de procesos innovadores y gestión integrada.

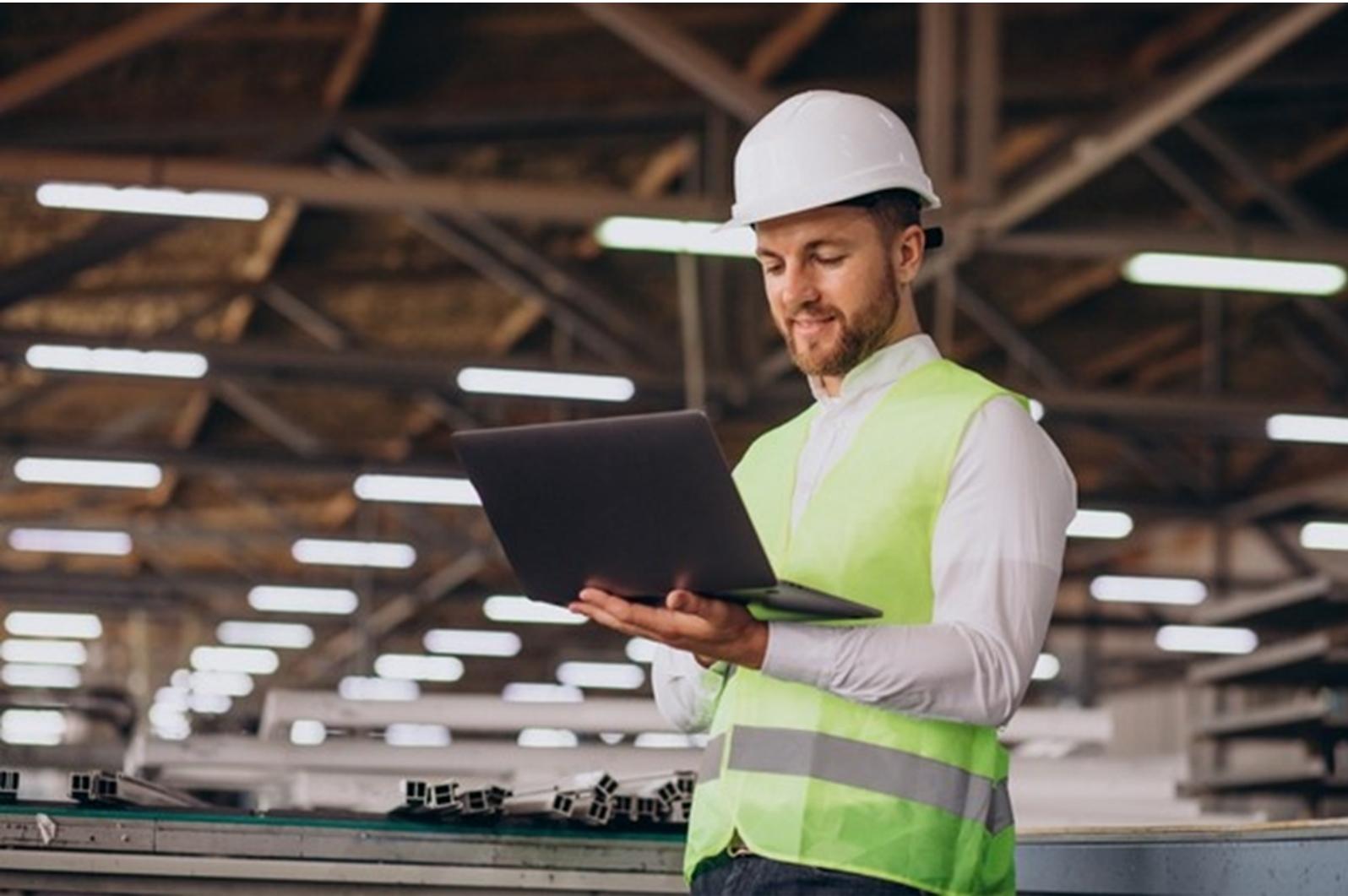
Varios factores juegan un papel en la eficiencia energética, como la legislación y el ahorro de costos. Las simulaciones de flujo de materiales y energía se pueden usar para modelar procesos de fabricación y hacer manejables desafíos como las influencias estocásticas y las interacciones complejas.

Integración humana

Promueva la eficiencia y la ergonomía para el lugar de trabajo, con métodos de implementación establecidos, estructuras organizativas esbeltas y sistemas intuitivos de asistencia móvil de TI.

El diseño adecuado del espacio de trabajo basado en la digitalización como una "estación de trabajo digital" puede aumentar la productividad hasta en un 30%. En los procesos de fabricación, sobre todo, la disponibilidad de datos necesaria y las condiciones óptimas de trabajo son importantes.

A través de la evaluación estocástica de los datos del pedido, no solo se puede planificar el proceso, sino que también las fábricas se pueden planificar de manera óptima para tener la mejor utilización posible. Debido a la complejidad de los procesos, el apoyo humano es esencial. Por ejemplo, aquí se utilizan robótica sensible o exoesqueletos (IWU 2016).



2.4. Gestión de calidad e innovación. Métodos y tendencias

2.4.1. Gestión de calidad

Las innovaciones tecnológicas, los competidores nuevos y financieramente fuertes, así como los modelos de negocio basados en plataformas son los factores más importantes con los que la industria automotriz tiene que lidiar. Para hacer frente a estos muchos cambios, la industria automotriz necesita procesos eficientes y empleados competentes. Para dar una introducción fácil a la gestión de calidad, la figura 27 ofrece un buen enfoque.



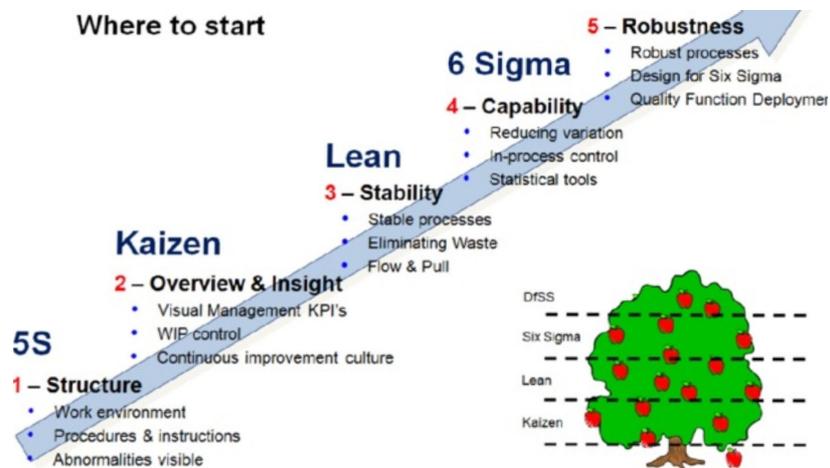


Figura 28. visión general generalizada de los procedimientos de gestión de calidad (Fuente: pharmamirror 2013)

La figura muestra el procedimiento para la introducción o el uso de QM. El **método 5S** es fácil de implementar y, por lo tanto, se encuentra al principio. El objetivo de un método 5S es diseñar los lugares de trabajo de manera que el trabajo pueda realizarse sin problemas, se puedan evitar las búsquedas, así como las largas rutas de transporte y los tiempos de espera, de modo que se pueda trabajar sin desperdicios. Un entorno de trabajo limpio y ordenado también se considera la base para un trabajo de alta calidad. 5S significa: ordenar (Seiri), poner en orden (Seiton), brillar (Seiso), estandarizar (Seiketsu) y mantener / autodisciplina (Shitsuke).

El método 5S puede asignarse a la filosofía de trabajo de **Kaizen**. El concepto metódico se centra en la búsqueda de una mejora continua e infinita y contiene cinco fundamentos centrales: orientación al proceso, orientación al cliente, orientación a la calidad, crítica y estandarización. Kaizen persigue varios objetivos. El objetivo principal es una mayor satisfacción del cliente, ya que la adquisición del cliente es más costosa que la lealtad del cliente. Para garantizar la satisfacción del cliente, tres factores están a la vanguardia: reducción de costos, garantía de calidad y eficiencia de tiempo.

El siguiente paso es **Lean Manufacturing**, mencionado anteriormente en la descripción general de los sistemas de producción (ver capítulo 3.3). El término se refiere a la totalidad de los principios de pensamiento, métodos y procedimientos para el diseño eficiente de toda la cadena de valor de los bienes industriales. El cliente está en el centro de la actividad: centrándose en sus deseos y requisitos, esta es la base para la orientación correcta de un proceso. La identificación del flujo de valor: es la descomposición de los procesos en subáreas. Todos los procesos dentro de la cadena de valor deben alinearse en última instancia con este flujo de valor. El principio de flujo: este flujo de valor debe ejecutarse lo más posible sin interrupciones y demoras en un flujo constante. El principio de atracción: esta cadena armónica se ejecuta hacia atrás, ya que cada actividad se origina en el punto de partida del cliente, que es de su orden. Idealmente, no hay almacenamiento, sin demoras y sin tiempo de espera, porque cada pieza que se necesita en un flujo constante, está armoniosamente en el lugar exacto donde se necesita. El proceso de mejora continua: La idea básica de Lean Management es la mejora constante, nuevos métodos, ideas y procesos de aprendizaje. No está satisfecho con el existente. A este respecto, nunca habrá un estado óptimo, pero el camino se está tomando constantemente.

La combinación del enfoque Lean Manufacturing japonés y el método Six Sigma estadounidense dio como resultado Lean Six Sigma, un método de gestión de calidad. El nombre Six Sigma proviene del sigma matemático (σ) para la desviación estándar y, por lo tanto, da seis veces la desviación estándar. Sigue la filosofía de cumplir los requisitos del cliente de manera integral y rentable. La filosofía lean

manufacturing mencionó beber, identifica y elimina sistemáticamente el desperdicio en la empresa y, por lo tanto, agiliza los procesos. Más específicamente, Lean Six Sigma es una estrategia para mejorar la calidad y aumentar la productividad al reducir los factores de confusión y errores en los procesos. Las calificaciones Six Sigma se dan en los llamados "Cinturones". Los clásicos son cinturones verdes, cinturones negros y campeones.



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

El método Six Sigma se basa en el ciclo DMAIC, que consiste en las primeras letras de las fases respectivas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Como se muestra en la Figura 28, las fases se desarrollan entre sí y están conectadas entre sí. Para cada fase hay herramientas que se pueden usar. El diseño cíclico garantiza una mejora continua (Melzer 2015, S. 4).

La **fase de definición** considera la tarea del proyecto a procesar, describe la situación actual y define los objetivos (Melzer 2015, V). Además, se definen la organización y la programación del proyecto. El objetivo es generar una comprensión general del proyecto como equipo. Para este propósito, el proyecto se define en este taller, se presenta un contrato de proyecto, se crea un SIPOC y las primeras mejoras rápidas son implementadas.

El objetivo de la **fase de medición** es ver qué tan grande es el problema y qué tan lejos se cumplen los requisitos del cliente (Meran et al. 2014, S. 77). Para esto se requieren cantidades medibles, que se procesan y evalúan con la ayuda de métodos estadísticos (Toutenburg und Knöfel 2009, S. 70). El procedimiento aquí es primero seleccionar los criterios de medición de salida más importantes, planificar y realizar la adquisición de datos y calcular el rendimiento actual del proceso. El resultado de la fase de medición es el nivel sigma real (Benes und Groh 2017, S. 201).

El objetivo de la **fase de medición** es ver qué tan grande es el problema y qué tan lejos se cumplen los requisitos del

La **fase de análisis** es la tercera fase del proceso DMAIC. Su tarea principal es presentar las relaciones de causa y efecto de las diversas entradas y salidas. Para este propósito, los datos y resultados recopilados previamente se comparan con el motivo por el cual no se cumplen los objetivos de rendimiento del cliente y cómo se relacionan estas influencias. Muchos factores diferentes pueden influir en el resultado del proceso. Por lo tanto, con la ayuda de varias herramientas, se revelan los factores que influyen y, por lo tanto, se destacan los factores clave para descubrir el potencial de mejora en el siguiente paso, según el análisis (Meran et al. 2014, S. 163).

La **fase de mejora** describe las acciones, que se toman en base al análisis de datos y la implementación se planifica y lleva a cabo. Para cada aportación significativa de los resultados de la fase de análisis, se deriva una medida. Estas medidas pueden ser obvias, pero a veces tienen que ser elaboradas primero. Las técnicas de creatividad pueden ayudar (Melzer 2015, 63 ss.).

La **fase de control** es la última en un proyecto Six Sigma. Esta fase tiene como objetivo evitar que las mejoras logradas disminuyan nuevamente después de su finalización, asegurando así su supervivencia a largo plazo (Toutenburg und Knöfel 2009, S. 281). Se aclaran las responsabilidades y se introduce un plan de gestión de procesos basado en el ciclo PDCA de Deming. Nuevamente, el nombre se compone de las letras iniciales de las fases; Planificar, hacer, verificar y actuar. En la fase de planificación y ejecución, el proceso se mapea utilizando un mapa de proceso detallado con los responsables. En la fase de verificación, los puntos de control se determinan para este proceso, donde las fluctuaciones se miden por medio de comparaciones objetivo / real. Si estas mediciones están fuera de control, se tomarán las acciones previstas en la fase de acto (Six Sigma Deutschland GmbH).

2.4.2. Tendencias en innovación

Las megatendencias son combinaciones de avances tecnológicos y trastornos en la sociedad global y el medio ambiente que cambiarán la economía, las empresas y los estilos de vida. Por ejemplo, las presiones ambientales y de población requieren energía más limpia y ciudades que funcionen mejor. Estas fuerzas están impulsando la demanda de energía renovable y sistemas de transporte inteligentes para reducir la congestión. Las respuestas tecnológicas incluyen un aumento en la capacidad de almacenamiento de energía que mejorará la gama de vehículos eléctricos y facilitará el suministro de energía renovable en caso de cambios climáticos. En general, los productos inteligentes llevarán inteligencia digital a nuevas ubicaciones, ya que las máquinas basadas en sensores se están volviendo cada vez más autónomas gracias al software de toma de decisiones. En las empresas, las funciones que aparentemente tienen poco que ver con el procesamiento numérico, como las ventas y los recursos humanos, están respaldadas o adoptadas por la robótica y la inteligencia artificial.

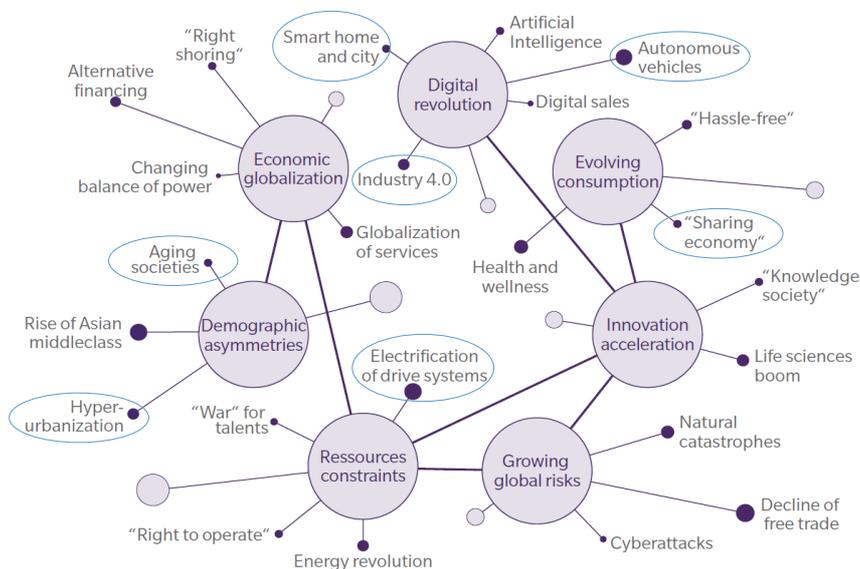


Figura 30. Megatendencias en innovación (Fuente: Oliver Wyman, *Megatendencias y el futuro de la industria*, 2018)

Como parte de la conducción autónoma, debe mencionarse la "conectividad del automóvil". El proceso de conectar todo a Internet ya ha comenzado, no solo automóviles o cosas industriales como máquinas o robots, sino también una gran cantidad de objetos cotidianos, privados y públicos. Los tres componentes del IoT son cosas con sensores en red, almacenes de datos y motores analíticos. Los sensores, los módulos de hardware, los transmisores de datos y las unidades de control para rastrear los factores de rendimiento, salud y daños en tiempo real se implementan cada vez más. Para los automóviles, eso consiste en peajes analíticos y de diagnóstico, características de seguridad mejoradas e información contenida. Además, el automóvil estará equipado con acceso a Internet y WLAN y puede compartir ese acceso a Internet con otros dispositivos dentro y fuera del vehículo. Las condiciones que deben cumplirse para hablar realmente sobre la conectividad del automóvil son los sistemas de interconexión, asistencia y seguridad, conceptos operativos y de visualización y un enfoque en la experiencia personal. (Desjardins 2018) Para el usuario en general, eso significa una experiencia personalizada de conductor y pasajero, donde la persona puede interactuar con el producto. (Hegde 2017) Otro factor importante sobre la recopilación de datos dentro de ese tema es que tanto el propietario del automóvil como los fabricantes pueden aprender mucho sobre el comportamiento y las preferencias de conducción y que se puede evaluar cómo se puede utilizar el automóvil en la forma

más óptima. (Corporaciones medianas 2017) La fortaleza más innovadora en ese tema de la conectividad del automóvil se encuentra actualmente en Alemania, seguida de cerca por Japón, China y los EE. UU. Dentro de Alemania, especialmente el Grupo VW, BMW y Daimler innovan mucho. (Statista 2017) Otra tendencia que podría ayudar mucho aquí es la tendencia de la "cooperación", donde las empresas cooperan para encontrar nuevas soluciones juntas. Por el momento, los riesgos y las amenazas consisten en la gran cantidad de datos, por un lado para el manejo de eso, pero por otro lado también sobre la legislación y los temas de seguridad. La privacidad es un aspecto importante allí, que también discutimos durante el taller. ¡Las preocupaciones de seguridad del público deben ser priorizadas en las empresas! Desafortunadamente, el número potencial de piratas informáticos crece al mismo ritmo que el número de elementos posiblemente conectables, lo que significa un riesgo potencial de seguridad. (Corporaciones medianas 2017)

También es necesaria una gran cantidad de datos para los autos sin conductor, que son una especie de "el siguiente paso" después de la conexión. Las características de los autos sin conductor consisten en escanear el entorno con la ayuda de sensores, navegación sin intervención humana, comunicación con otro tráfico y tomar decisiones relevantes para la seguridad. Hay seis niveles de automatización, de cero a cinco, que definen la capacidad del automóvil para funcionar sin intervención humana. El paso crítico, donde estamos ahora, es entre el nivel dos y tres. Allí cambia de "el conductor humano monitorea el ambiente de manejo" a "el sistema de manejo automatizado monitorea el ambiente de manejo". Los principales desafíos de ingeniería de ese tema se pueden resumir en detección, procesamiento y reacción. Por lo tanto, se necesitan muchos tipos diferentes de sensores en todo el automóvil. La mayor ventaja de los autos sin conductor es evitar accidentes automovilísticos; El 94% de los accidentes automovilísticos actuales son causados por un error humano. Además, también deben evitarse los atascos de tráfico, siempre calculando las rutas más eficientes y "sabiendo" dónde están los atascos en tiempo real. Además, esos autos sin conductor pueden ser una gran oportunidad para personas mayores y discapacitadas. Las dificultades actuales consisten en la interacción humana, el clima, especialmente las fuertes lluvias o los caminos nevados, la moral y la ética, la seguridad y la seguridad del conductor y el costo y la asequibilidad. (Desjardins 2014) Como base de discusión en el taller utilizamos "La máquina moral", que le ofrece dos opciones para elegir salvar vidas o no. (Laboratorio de medios del MIT)

Muchas de las tendencias automotrices fueron discutidas durante este taller. Lo que queda son las tendencias de consumo, que se reflejan en la interfaz hombre-máquina, la estructura cambiante del cliente y los nuevos canales de distribución (ver figura 31)

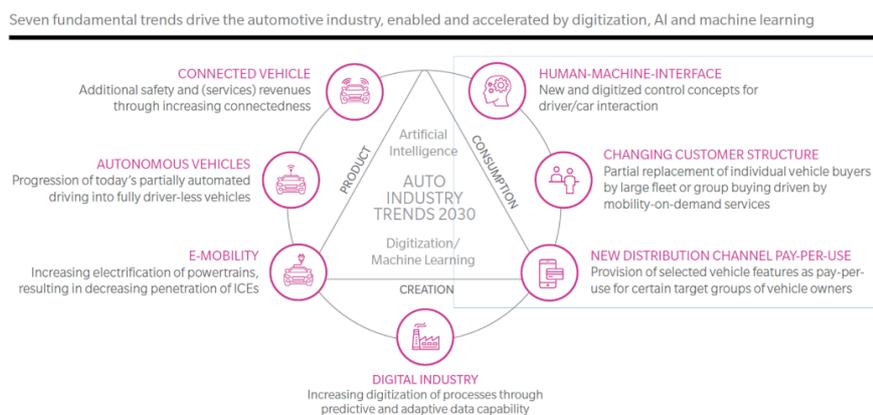


Figura 31. Tendencias automotrices hasta 2030 (Fuente: Oliver Wyman, Gerente automotriz, 2018)

Para unir todas las necesidades del cliente en un automóvil, se deben integrar cada vez más servicios, lo que hace que la interfaz con el conductor sea más extensa. La figura 32 muestra diferentes

soluciones que se implementan en los automóviles. Aquí, por ejemplo, el trabajo con retroalimentación háptica.

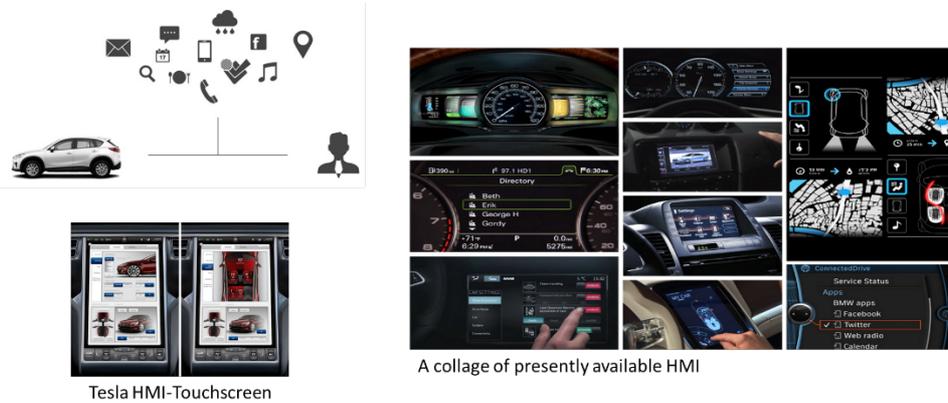


Figura 32. Interfaz hombre-máquina en automóviles

Sobre todo, la **Estructura cambiante del cliente** significa disociar la idea de poseer un automóvil personal. Cada vez más conceptos para compartir se vuelven atractivos e incluso posibles conceptos de movilidad pura. Aquí el cliente de OEM cambió de negocio B2C a B2B. Como resultado, los OEM tienen que adaptarse a los cambios de las necesidades del cliente.

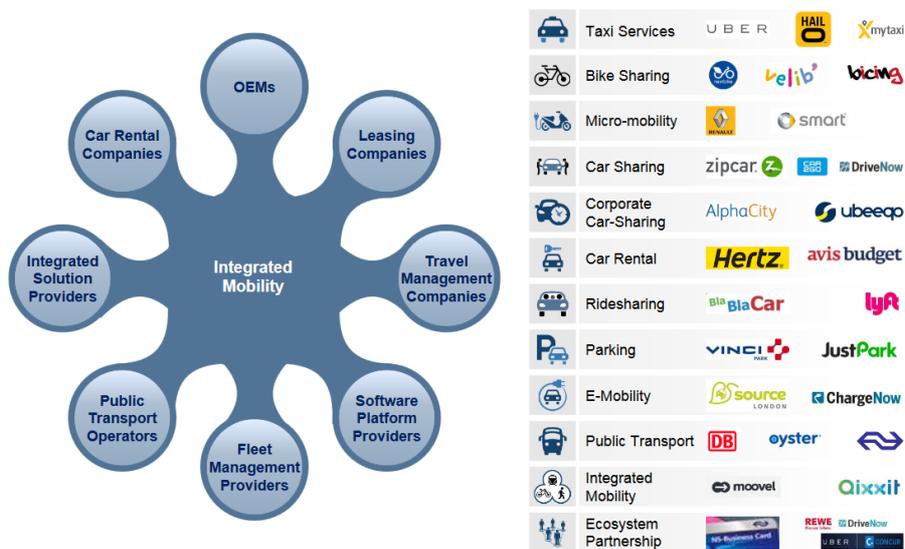


Figura 33. Cambio de la estructura del cliente (Fuente: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 4)

Además de la estructura del cliente y como resultado, los canales de distribución y los servicios asociados que se pueden ofrecer cambian. La siguiente figura muestra algunos conceptos y servicios para cada nivel.

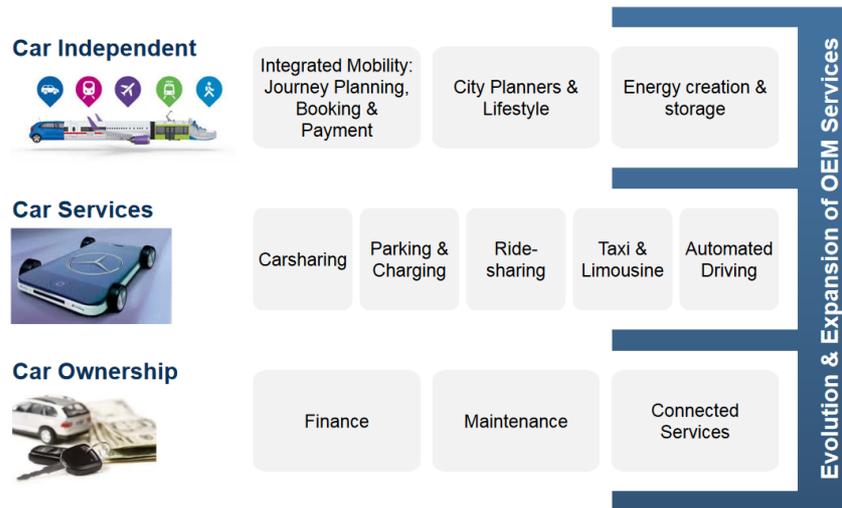


Figura 34. Nuevos canales de distribución (Fuente: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 9)



3. Actividades

- Design thinking
- Las mejores prácticas de la industria.
- Mapa mental
- Discusión
- Preguntas y respuestas



4. Referencias

- 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>.

5. Listado de figuras

Figura 1. Descripción general de mega tendencias globales (Fuente: Nasscom).....	7
Figura 2. Electrificado, automatizado y conectado (Fuente: Bosch).....	7
Figura 3. Diversificación prevista del sistema de propulsión en diferentes zonas de tráfico	8
Figura 4. biela telescópica para permitir dos relaciones de compresión	11
Figura 5. Sistema de postratamiento diésel moderno con 4 catalizadores y medidas de control mejoradas	12
Figura 6. Sistema de postratamiento de diésel completo de HJS (Fuente HJS)	13
Figura 7. Área de los sistemas de combustión alternativos en el mapa de relación combustible / temperatura de llama.	14
Figura 8. Diagrama de Ragone para el almacenamiento de energía eléctrica.....	19
Figura 9. Reacción básica de las células de iones de litio.....	19
Figura 10. Hoja de ruta de la tecnología de celdas de batería hasta 2030	20
Figura 11. Arquitectura de batería automotriz	21
Figura 12. Integración de la batería "debajo del capó" en el vehículo.....	21
Figura 13. Disponibilidad del mercado de tecnologías avanzadas de trenes de potencia termodinámicos en términos de TRL (niveles de preparación tecnológica)	24
Figura 14. Vehículo Toyota "MIRAI" (= Futuro) y componentes FC	26
Figura 15. Procesos de carrocerías automotrices en producción y perspectivas 2020.....	28
Figura 16. Costos versus volumen para diferentes cuerpos en conceptos blancos	29
Figura 17. Nuevos conceptos de vehículos con alta seguridad activa pero seguridad pasiva reducida	30
Figura 18. Nuevos conceptos de movilidad con el transporte urbano del futuro.	30
Figura 19. Diferentes arreglos híbridos paralelos según Daimler	33
Figura 20. disposiciones híbridas de THS - Toyota Prius	34
Figura 21. Puntos de operación del motor de combustión interna Prius en el mapa de combustión interna siguiendo una estrategia CVT para lograr un bajo consumo de combustible	34
Figura 22. Ahorro de CO2 mediante un rango eléctrico puro según ECE R101	35
Figura 23. Componentes del tren motriz híbrido de un vehículo VW Golf GTE.....	35
Figura 24. Ejemplo de transmisión "híbrida" VW DQ400E.....	36
Figura 25. Fuente: Dombrowski, U .; Mielke T .: Ganzheitliche Produktionssysteme, 2015.....	38
Figura 26. Áreas funcionales con mayores cambios debido a nuevos modelos de negocio / digitalización (Fuente: PWC, Encuesta B2B "Stimmungsbarometer Automotive", febrero de 2017 ...	38
Figura 27. Áreas funcionales con mayores cambios debido a nuevos modelos de negocio / digitalización (Fuente: PWC, Encuesta B2B "Stimmungsbarometer Automotive", febrero de 2017) ..	39

Figura 28. visión general generalizada de los procedimientos de gestión de calidad (Fuente: pharmamirror 2013)	44
Figura 29. El ciclo Six Sigma DMAIC (Fuente: https://iancos.files.wordpress.com)	45
Figura 30. Megatendencias en innovación (Fuente: Oliver Wyman, Megatendencias y el futuro de la industria, 2018)	46
Figura 31. Tendencias automotrices hasta 2030 (Fuente: Oliver Wyman, Gerente automotriz, 2018)	47
Figura 32. Interfaz hombre-máquina en automóviles.....	48
Figura 33. Cambio de la estructura del cliente (Fuente: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 4)	48
Figura 34. Nuevos canales de distribución (Fuente: Martyn Briggs, Frost & Sullivan, Future of Mobility: Slide 9)	49

6. Glosario

- “Tecnologías inteligentes”, fábrica, servicio
- El término descriptivo "inteligente" se utiliza en múltiples combinaciones, por ejemplo, en relación con productos (productos inteligentes), con servicio (servicio inteligente) o con fábricas (fábrica inteligente). Inteligente se puede traducir casi a "inteligente". Estos "objetos inteligentes" están conectados al ciberespacio a través de su tecnología de información y comunicación. Esto les permite percibir su contexto a través de sensores y conectarse en red e interactuar entre ellos, así como con Internet y los humanos. La función física se complementa con las capacidades de los objetos digitales, creando valor agregado.
- Lean Production LPS:
- Lean Production es un enfoque de optimización continua de procesos e implica el diseño eficiente de toda la cadena de valor. Con la ayuda de varios métodos, procedimientos y principios, el objetivo es armonizar los procesos y crear un sistema de producción holístico sin desperdicio. Los aspectos clave del enfoque incluyen el enfoque al cliente y la reducción de costos. Los potenciales de desperdicio deben ser identificados y eliminados, para que los valores puedan ser creados y mantenidos sin desperdicio. Con la extensión a un sistema, se incluyen todas las áreas de negocios.
- Six Sigma
- Six Sigma es un método de gestión de calidad basado en el ciclo DMAIC, que consiste en las primeras letras de las fases respectivas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Para cada fase, hay herramientas que se pueden usar. El diseño cíclico garantiza una mejora continua.
- Automatización
- Algo es automático, cuando el comportamiento es definido, desarrollado por programadores y sucede sin intervención humana.
- Autonomización
- Algo es autónomo cuando se toman decisiones y reacciones independientes en situaciones individuales y en un entorno cambiante.
- Industria 4.0
- Industria 4.0 significa el vínculo digital entre humanos, máquinas y productos y la digitalización de la producción industrial.
- Internet de las Cosas
- Internet of Things [IoT] describe la conexión de productos y dispositivos, la recopilación de datos de ellos y, finalmente, la comunicación basada en Internet y en la nube con los dispositivos conectados entre sí y con los humanos.
- Internet industrial de las cosas
- El Internet industrial de las cosas [IIoT] significa el uso del IoT especialmente en el contexto de la industria

