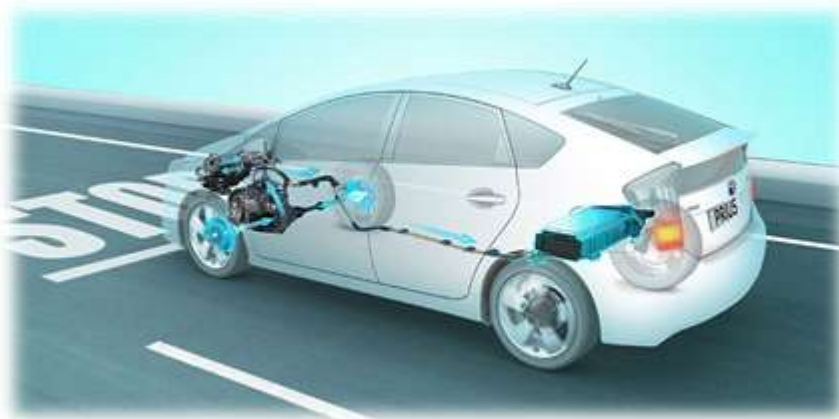


MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
Ústav techniky a automobilové dopravy

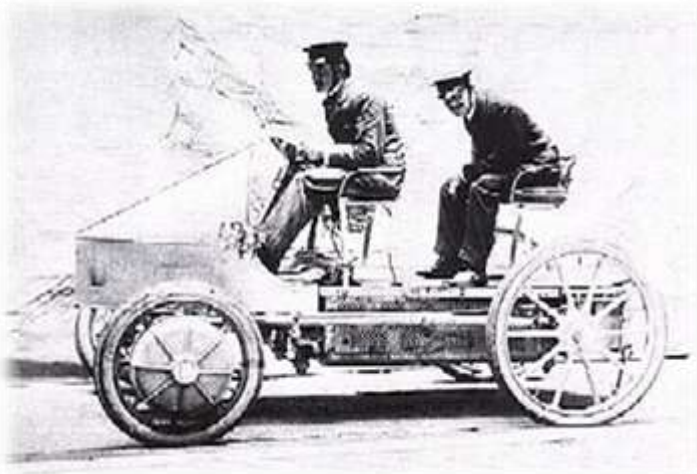
9. přednáška Hybridní pohony

Hybridní pohony

- pohon na kterém se podílí více než jedna hnací jednotka, bez ohledu na to, jaké druhy energie využívají
- nejčastější je kombinace spalovacího motoru s elektromotorem a dvěma zásobníky energie, tedy palivovou nádrží a elektrickými akumulátory (u kolejových vozidlech pohybujících se po neelektrifikovaných tratích tzv. diesel-generátorové lokomotivy)



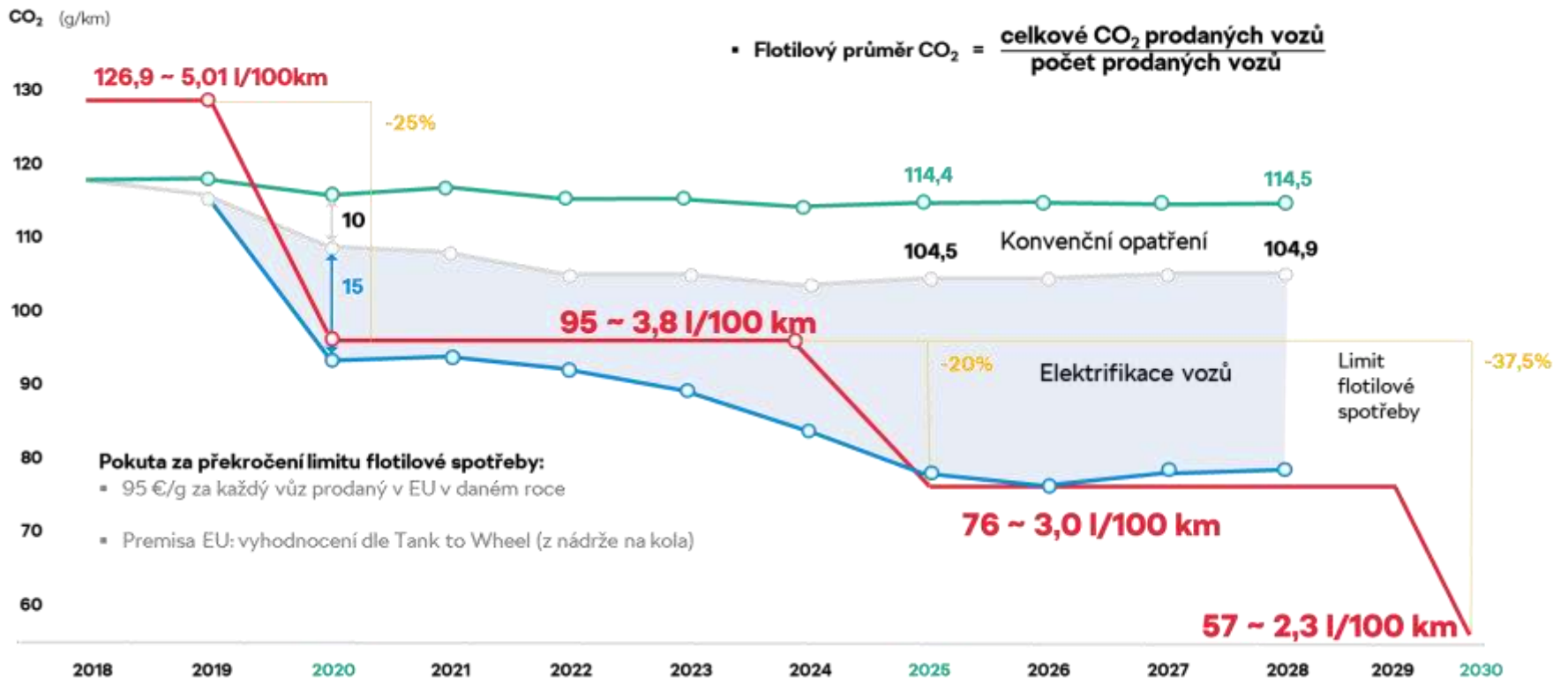
- hybridní pohon využívá výhodných dílčích vlastností jednotlivých zdrojů pohybu při různých režimech jízdy. Každý agregát se tedy pohybuje ve svém provozním (=optimálním) režimu, pro který byl navržen. V tomto pásmu dosahuje nejvyšší možné účinnosti. Vhodnou kombinací agregátů lze rekuperovat kinetickou energii
- ve srovnání s klasickou koncepcí se spalovacím motorem, vyjdou na povrch i zápory tohoto řešení - prostorová náročnost a vyšší hmotnost



4x2 r. v. 1899 - Lohner-Porsche



4x4



Výhled stavu produkce emisí CO₂ - posuzování produkce CO₂ na bázi „tank-to wheel“ (zdroj: Sborník konference KOKA 2019)

Existují 3 systémy struktury hybridního pohonu

- 1) sériový
- 2) paralelní
- 3) kombinovaný hybrid



Tyto 3 systémy pohonu se od sebe liší uspořádáním jednotlivých prvků tvořících pohon vozidla.

1) Sériový hybrid

- spalovací motor pohání generátor - není přímo spojen s poháněnými koly.
- generátor má dvě funkce - slouží k dobíjení baterií nebo dodává energii pro elektromotor pohánějící kola vozu

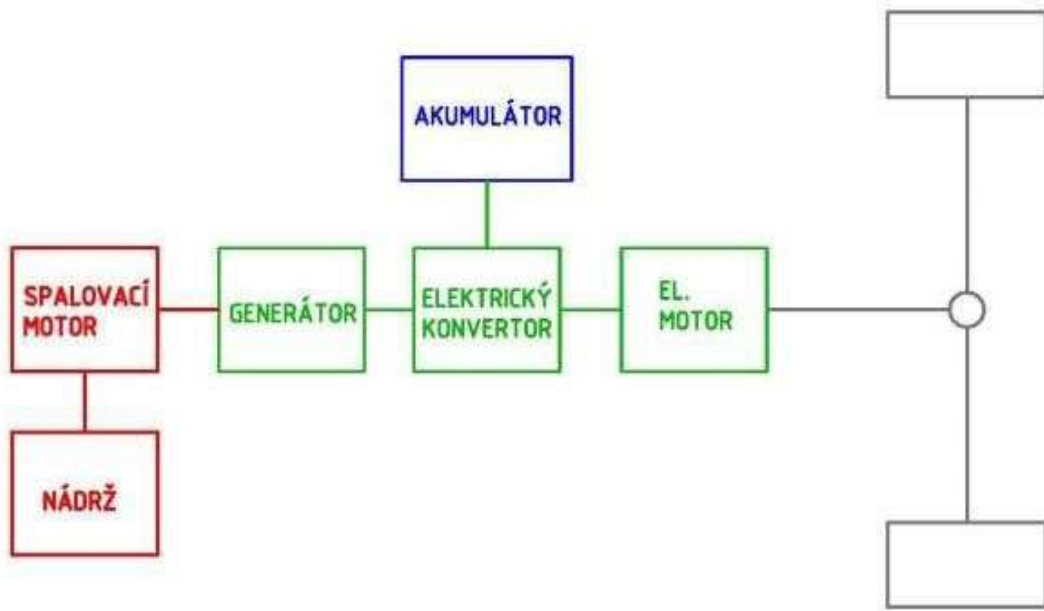
Další znaky:

Při požadavku maximálního výkonu, je potřebná energie dodána jak z baterií, tak z generátoru.

Automobil je bez převodovky (elektromotor je účinnější v širším rozsahu otáček než-li spalovací motor).

Elektromotorů může být ve voze několik, buď podle počtu poháněných náprav, nebo je lze umístit do nábojů poháněného kola.

Sériový hybrid může být dále vybaven superkondenzátory či setrvačником jako akumulátoru kinetické energie.



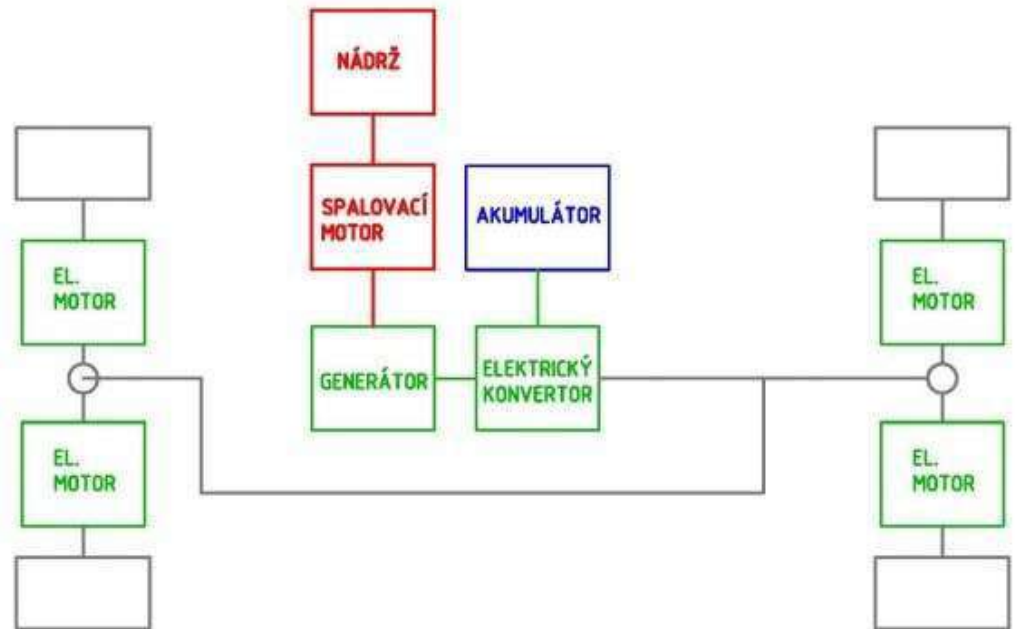
SÉRIOVÝ HYBRID

Nevýhody:

- odstranění mechanického spojení mezi motorem a kolem – pokles účinnosti pohonu
- mechanická účinnost 98%
- účinnost elektrické cesty 70-80%

Výhody:

- otáčky motoru nezávislé na otáčkách kola
 - klasický spalovací motor může být nahrazen plynovou turbínou
 - pokud jsou motory v kolech nepotřebujeme rozvodovky atd.
- nízká podlaha u autobusů



SÉRIOVÝ HYBRID 4x4

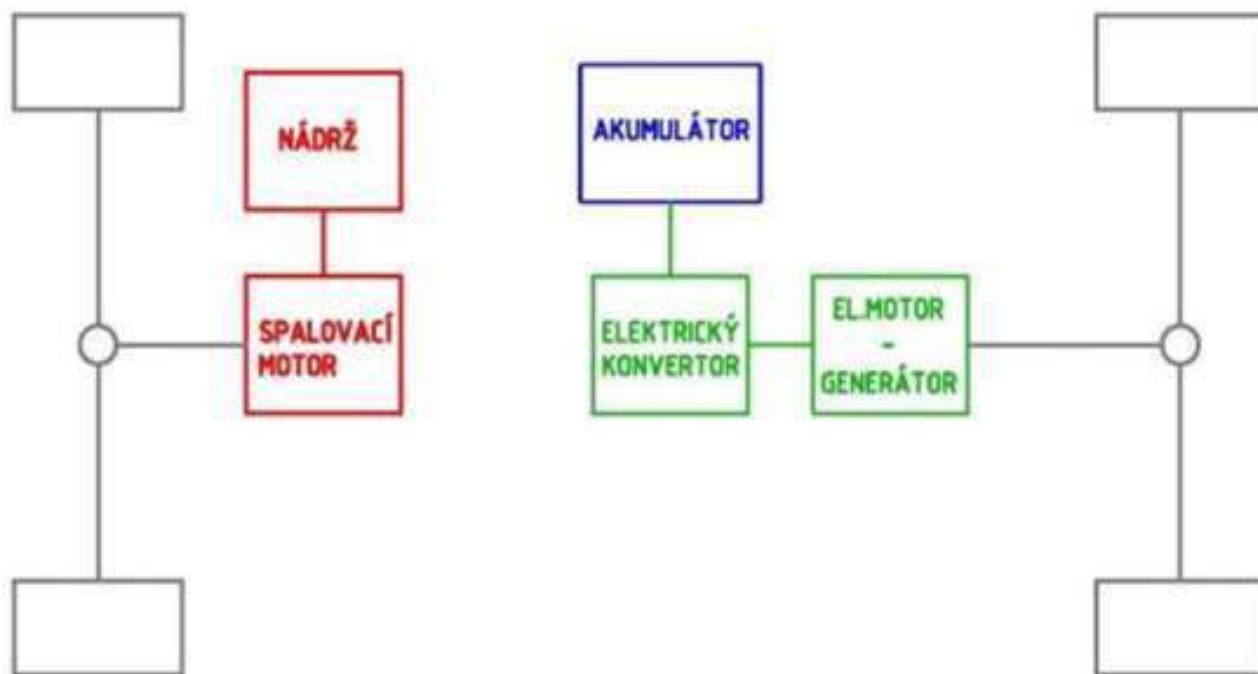


Volvo EEC (Environmental Car Concept)

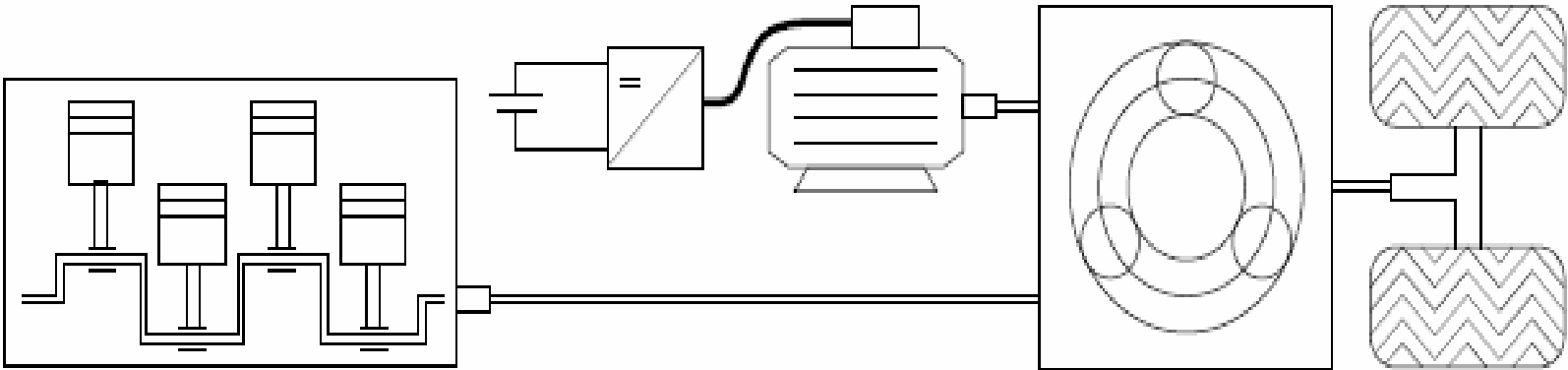
- představení v roce 1992,
- sériové uspořádání pohonu – spalovací motor není spojen s koly mechanicky,
- spalovací motor – plynová turbína na naftu
- Ni-Cd akumulátory uloženy ve středovém tunelu a pod zavazadlovým prostorem

2) Paralelní hybrid

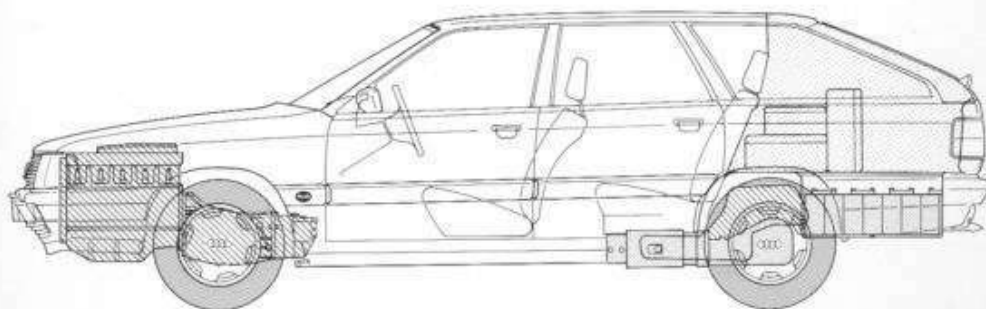
- systém používaný u většiny dnes prodávaných hybridů
- vůz je vybaven spalovacím motorem a elektromotorem, které jsou propojeny s koly skrze mechanickou převodovku. Častým uspořádáním je umístění elektromotoru/generátoru mezi spalovací motor a převodovku (viz Honda Insight, Civic...)
- generátor plní funkci startéru a alternátoru. K akumulaci elektrické energie slouží baterie
- kvůli zvýšení účinnosti spalovacího motoru bývají “spotřebiče” jako posilovač řízení či klimatizace poháněny elektromotorem. Tím jsou jejich otáčky nezávislé na otáčkách motoru a navíc pokud zařízení nepracuje, není mu dodávána energie



PARALELNÍ HYBRID 4x4

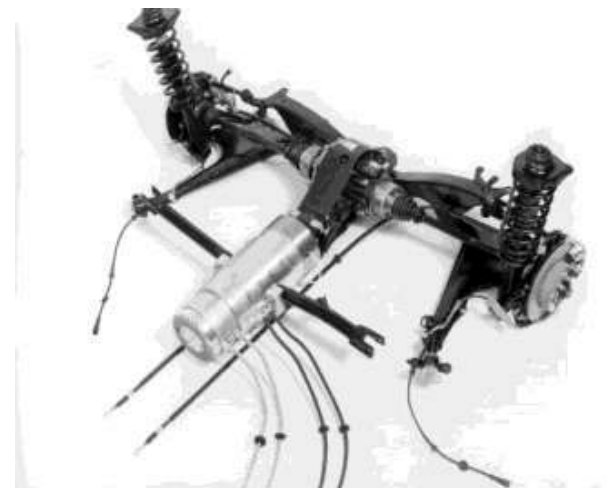


Audi Hybridsystem duo

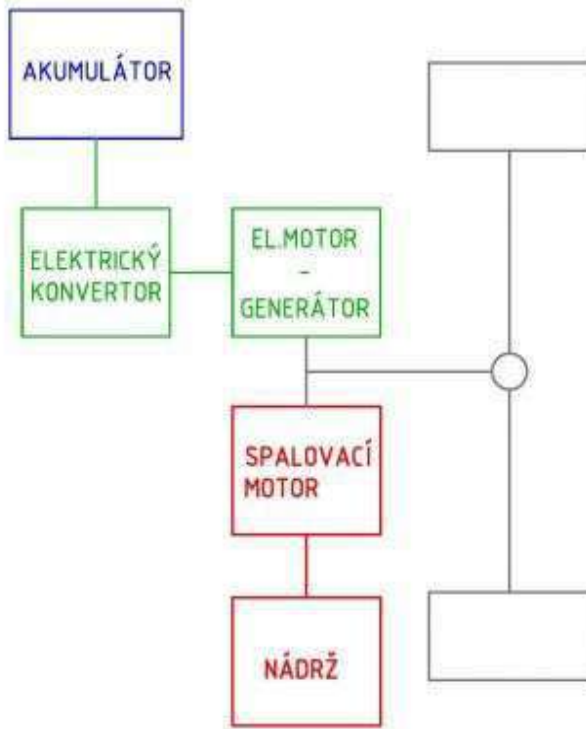


Verbrennungsmotor Frontantrieb

Elektromotor Elektroantrieb Batterie



Audi Duo - systém pohonu plug-in paralel hybrid. Zadní kola poháněl elektromotor Siemens o výkonu necelých 13 koní. Energií mu dodávali Ni-Cd baterie dobíjené ze sítě. Přední kola klasický 5-ti válec 2.3. Řidič mohl volit mezi čistě elektrickým pohonem ve městě či na spalovací motor za městem, kde měl vůz paradoxně větší spotřebu danou nárůstem hmotnosti instalací baterií.



PARALELNÍ HYBRID

Dva zdroje energie jsou spojeny hřídelem a výsledný moment je dán součtem jejich okamžitých momentů. Pokud je tedy využíván pouze jeden motor, druhý rotuje s ním, aniž by dodával výkon (volnoběh), nebo může být odpojen přes spojku. U automobilů se častěji používá spojení přes planetovou převodovku. Obvyklým režimem paralelního hybridu je, že většinu výkonu dodává spalovací motor a elektromotor se zapojuje v případě akcelerace.

Výhody:

- možnost rekuperace

V porovnání se sériovým hybridem, je efektivita paralelního pohonu vyšší při vyšší rychlosti, naopak při pomalé přerušované jízdě ve městě, se projeví výhody sériového pohonu.

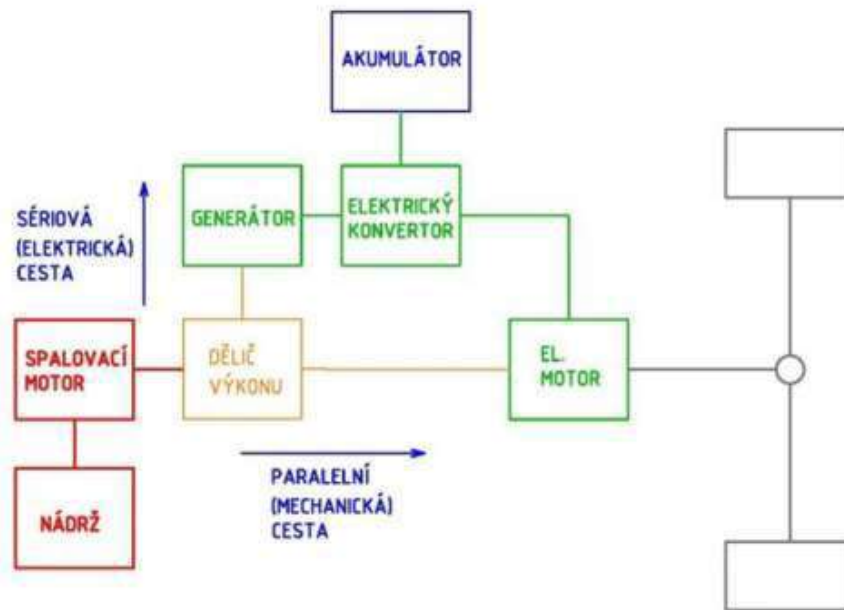


VW Golf TDI Hybrid

- spalovací motor – vznětový tříválec 1,2 TDI (55 kW),
- elektromotor 20 kW
- elektromotor vypomáhá při akceleraci a při nízké rychlosti
- převodovka DSG
- kombinovaná spotřeba 3,4 l / 100 km

3) Kombinovaný hybrid

Je vybaven tzv. děličem výkonu. Ten zajišťuje, aby tok výkonu spalovacího motoru šel ke kolům buďto mechanickou cestou (paralelní hybrid) nebo elektrickou (sériový hybrid). O tom kolik procent výkonu půjde mechanickou či elektrickou cestou rozhoduje režim, ve kterém se vůz nachází. Jsou to například akcelerace, jízda nízkou rychlostí (město), vysokou rychlostí (dálnice), prudká akcelerace, jízda z kopce, brzdění. Tímto systémem jsou vybaveny vozy Toyota a Lexus.



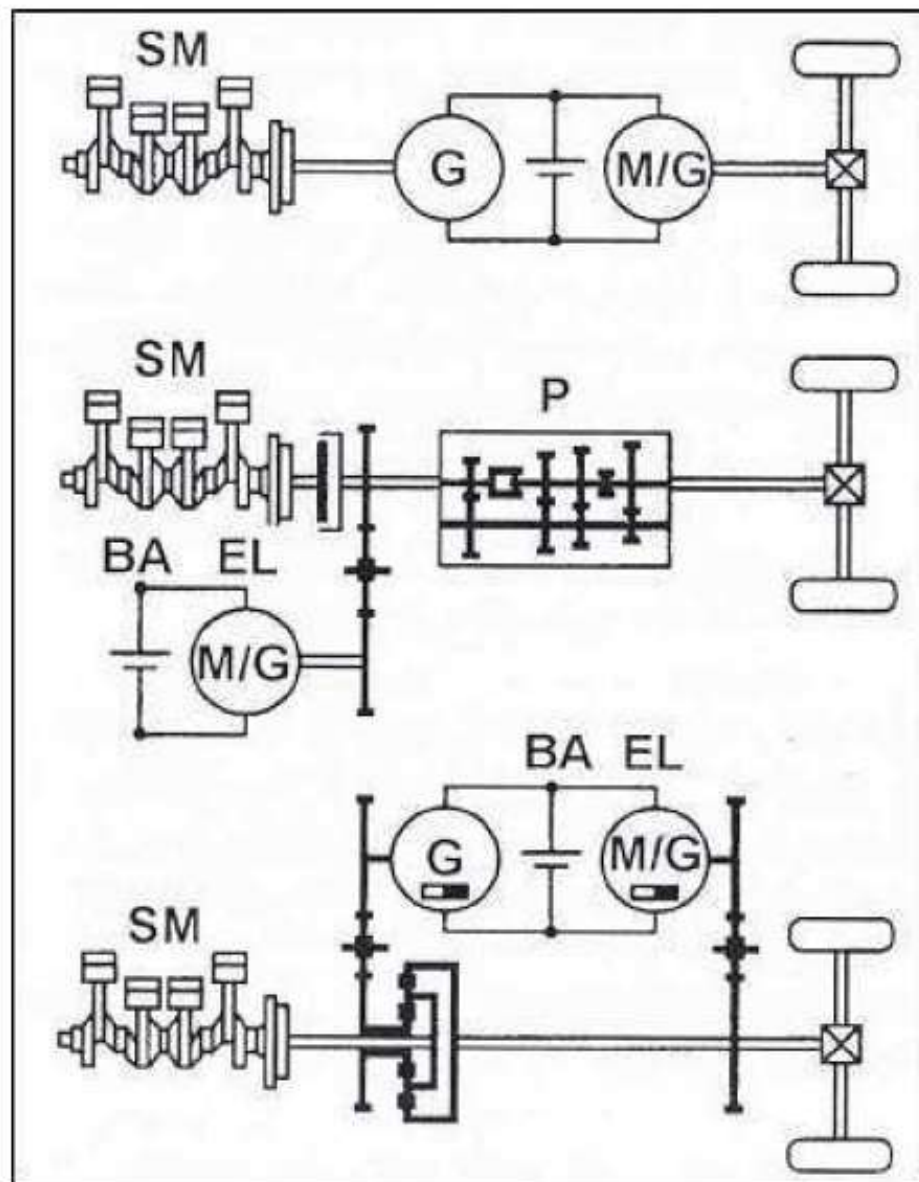
KOMBINOVANÝ HYBRID S DĚLIČEM VÝKONU



Toyota Prius

- první sériově vyráběný hybrid, výroba od 1997
- 1. generace - zážehový čtyřválec 1,5l, 43 kW ; elektromotor 30 kW, průměrná spotřeba 3,6 l /100 km
- 3. generace - zážehový čtyřválec 1,5 l, 57 kW ; elektromotor 50 kW,
- akumulátory – Ni-MH (napětí celkem 201,6 V, uložené vzadu pod podlahou, hmotnost 39 kg)

Přehled uspořádání hybridního pohonu



Sériové uspořádání

Paralelní uspořádání

Smišené uspořádání

SM - Spalovací motor

P - Převodovka

BA - Baterie

G - Generátor

M/G - Elektromotor/Generátor

Dělení podle stupně “hybridizace”:

- Micro - hybrid

- Mild - hybrid

- Full - hybrid



Micro-hybrid

- nejjednodušší forma hybridního pohonu,
- doplnění spalovacího motoru o jednotku startér/generátor (Stop & Go),
- při zastavení vozu se vypíná chod motoru, jakmile se chci s autem rozjet, spalovací motor se spustí
- Citroën C3, Ford Fiesta, BMW řady 1
- snížení spotřeby paliva - 6 %



Mild-hybrid

- elektromotor nemůže pracovat samostatně – pouze podporuje spalovací motor – například při zrychlování – dodává točivý moment když je potřeba
- při nízkých rychlostech – např. při popojíždění ve městě - je naopak schopen jet téměř jen na elektřinu a přepíná spalovací motor do úsporného režimu.



Smart Mhd vybavený
systémem Stop-start

Vůz je vybaven generátorem, který přebírá funkci startéru a alternátoru. Tyto vozy využívají tzv. Stop-start režim. Při dojíždění ke křižovatce je spalovací motor vypnut, avšak např. ostatní spotřebiče jako klimatizace zůstávají v chodu. Pokud sundáte nohu z brzdového pedálu, spalovací motor opět naskočí a vůz je připraven k akceleraci. BMW šlo ještě dále a při plném zatížení motoru odpojuje alternátor a naopak při nízkém zatížení je akumulátor dobíjen (navíc má větší kapacitu o 20%).



Smart Mhd vybavený
systémem Stop-start

V roce 1999, byl na Americkém trhu představen hybridní vůz Honda Insight. Malý dvoumístný automobil s lehkou konstrukcí, vůz využíval ve větší míře hliník a plasty, čímž se docílilo hmotnosti jen 891kg pro verzi s CVT a klimatizací. K dispozici byla i základní verze jen s manuální převodovkou a chudší výbavou, která ušetřila dalších 53kg. Verze s CVT získala díky nízké spotřebě (kombinovaná jen 3,4l/100km) a emisím hodnocení SULEV (Super Ultra Low Emission Vehicle)

Pohon zajišťovala jednotka IMA (Integrated Motor Assist), litrový celohliníkový 3- válec s výkonem 70 koní a elektromotor (13 k) umístěný přímo na výstup klikového hřídele motoru, tedy mezi motor a převodovku. Ni-MH akumulátory byly v zadní části vozu. Koeficient čelního odporu vzduchu byl jen 0.25. Insight používal první generaci systému IMA, který neumožňoval jízdu pouze na elektromotor, ten sloužil co by startér (při stání se motor vypínal) či asistent při akceleraci.





Full hybrid - Toyota Prius či Lexus RX400h.

Jedná se o hybridy, které jsou schopny jet pouze na elektrický pohon, nebo mohou kombinovat jak spalovací tak elektrický motor (musí mít dělič výkonu)

- provoz čistě na elektřinu je zajišťován elektromotorem, který je napájen jedním či více akumulátory (nejčastěji NiMH)
- poslední model hybridního modelu Toyota Prius dokáže ujet až 25 km na čistě elektrický pohon
- jakmile se akumulátor vybije, přepíná se pohon automaticky na spalovací motor
- během jízdy na spalovací motor se akumulátory dobíjejí => rekuperace energie



- **Toyota Prius 1. generace (1997)**

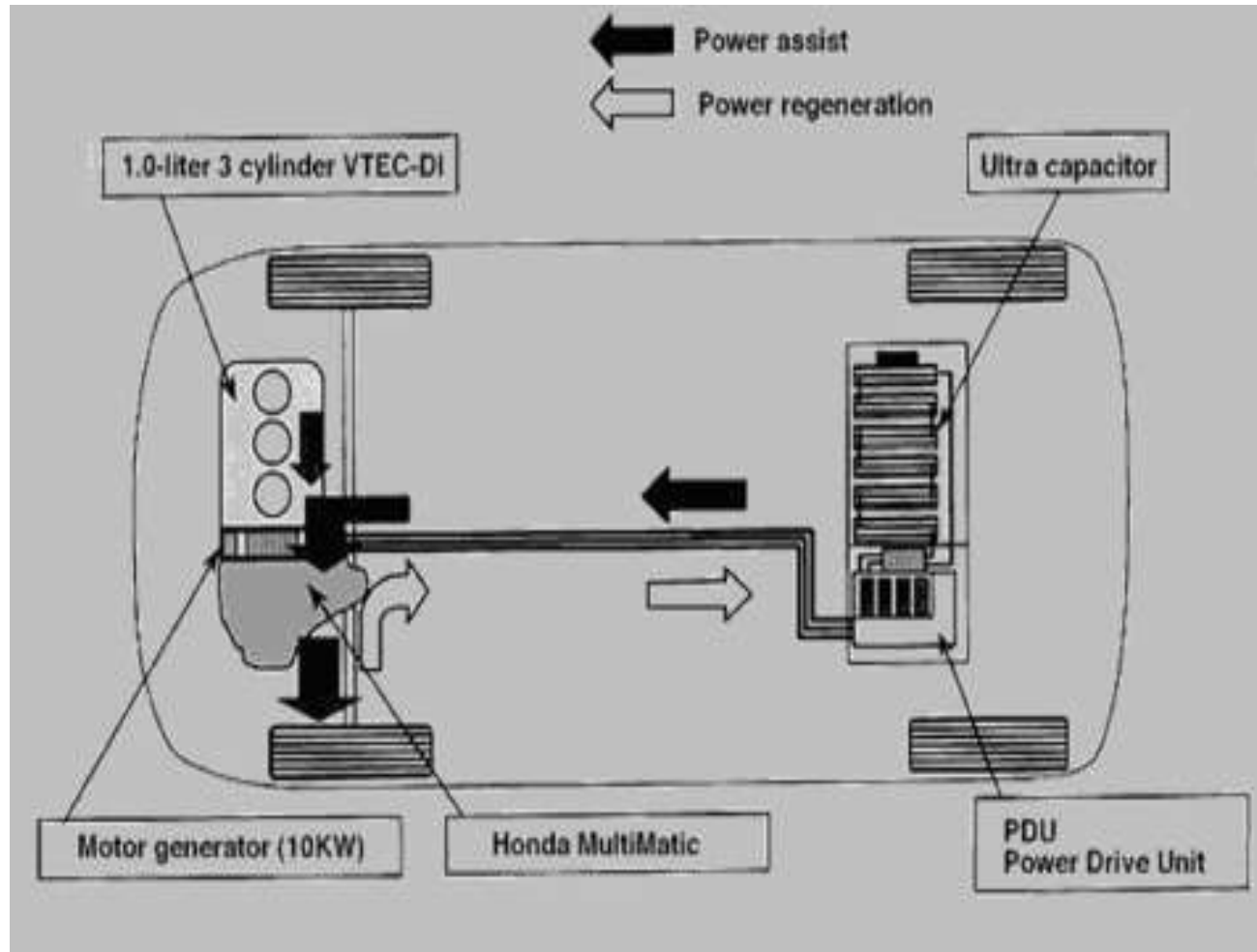


- akumulátory bývají nejčastěji umístěny v zadní části vozu a jsou dobíjeny např. energií vznikající při brždění
- elektromotor je společně se spalovacím motorem uložen vpředu
- nedílnou součástí hybridního pohonu je také systém Start&Stop, který automaticky vypíná motor při zastavení vozidla, čímž se šetří palivo – často bývá uplatňován i u konvenčních spalovacích motorů (snížení spotřeby až o 0,5 litru)



Meriva

Princip toku výkonu při pohonu a rekuperaci



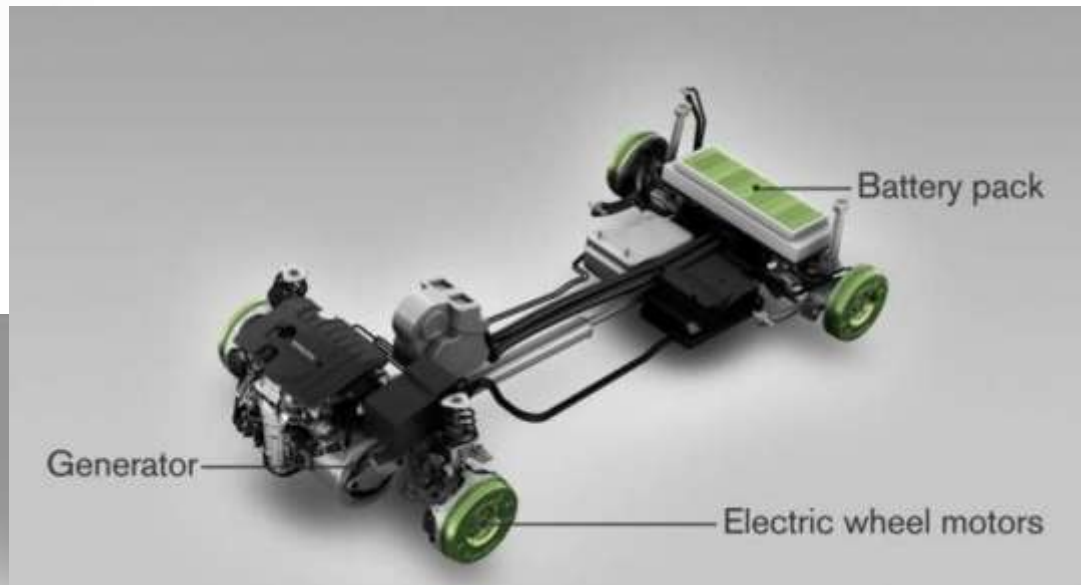
Plug-in hybrid

- PHEV (Plug-in hybrid electric vehicle).
- Pracuje na principu full hybridu ovšem akumulátory mohou být nabíjeny z elektrické sítě
- akumulátory mají větší kapacitu => elektromotor má větší dojezd – až několik desítek kilometrů
- do budoucna nejperspektivnější technologie

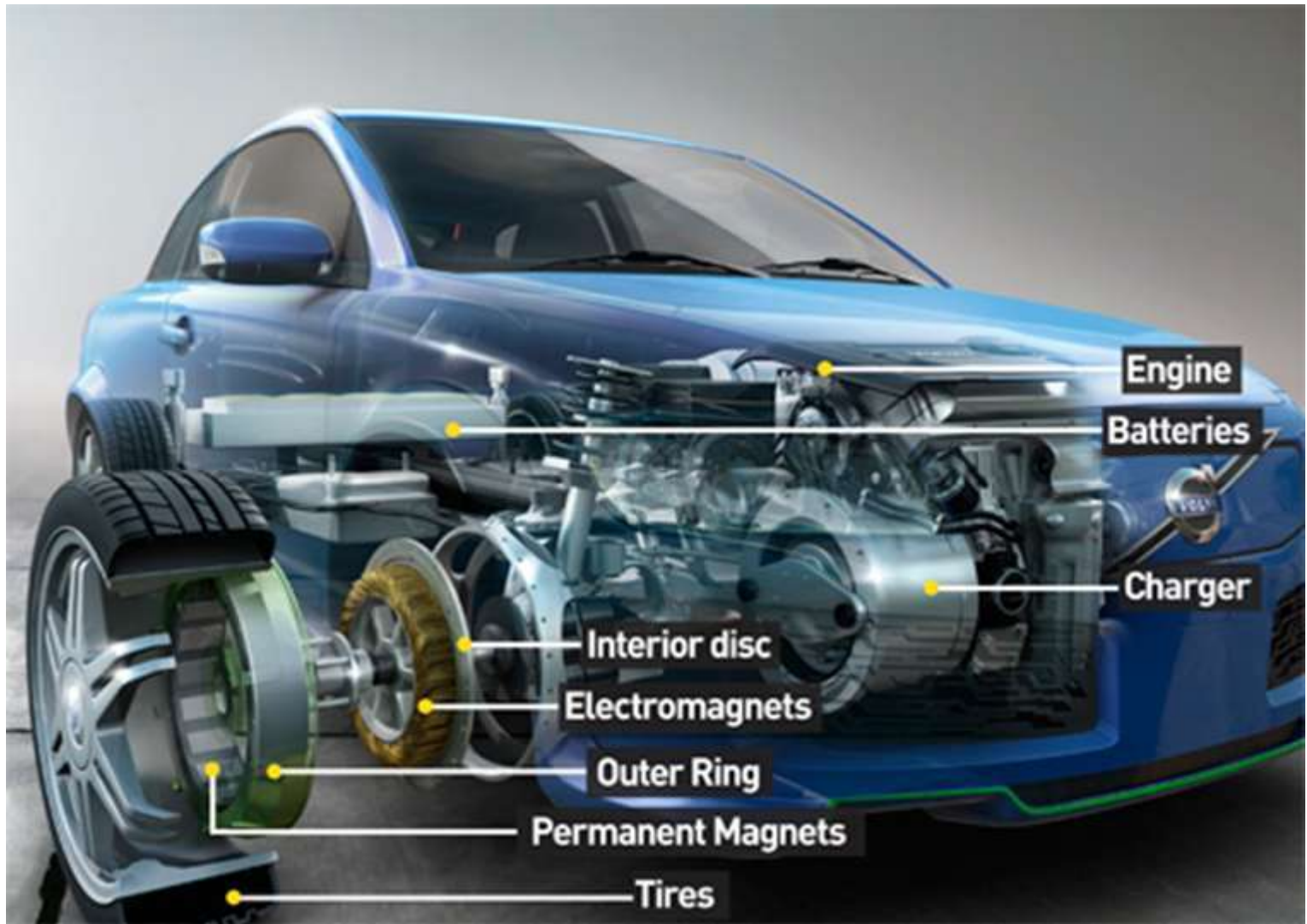




Studie Opel FlexTreme představená v roce 2007 se sériovým hybridním systémem. Vůz v produkuje jen 40g CO₂/ km. K dobíjení baterií (Li-Ion) slouží malý naftový motor 1.3 CDTI.

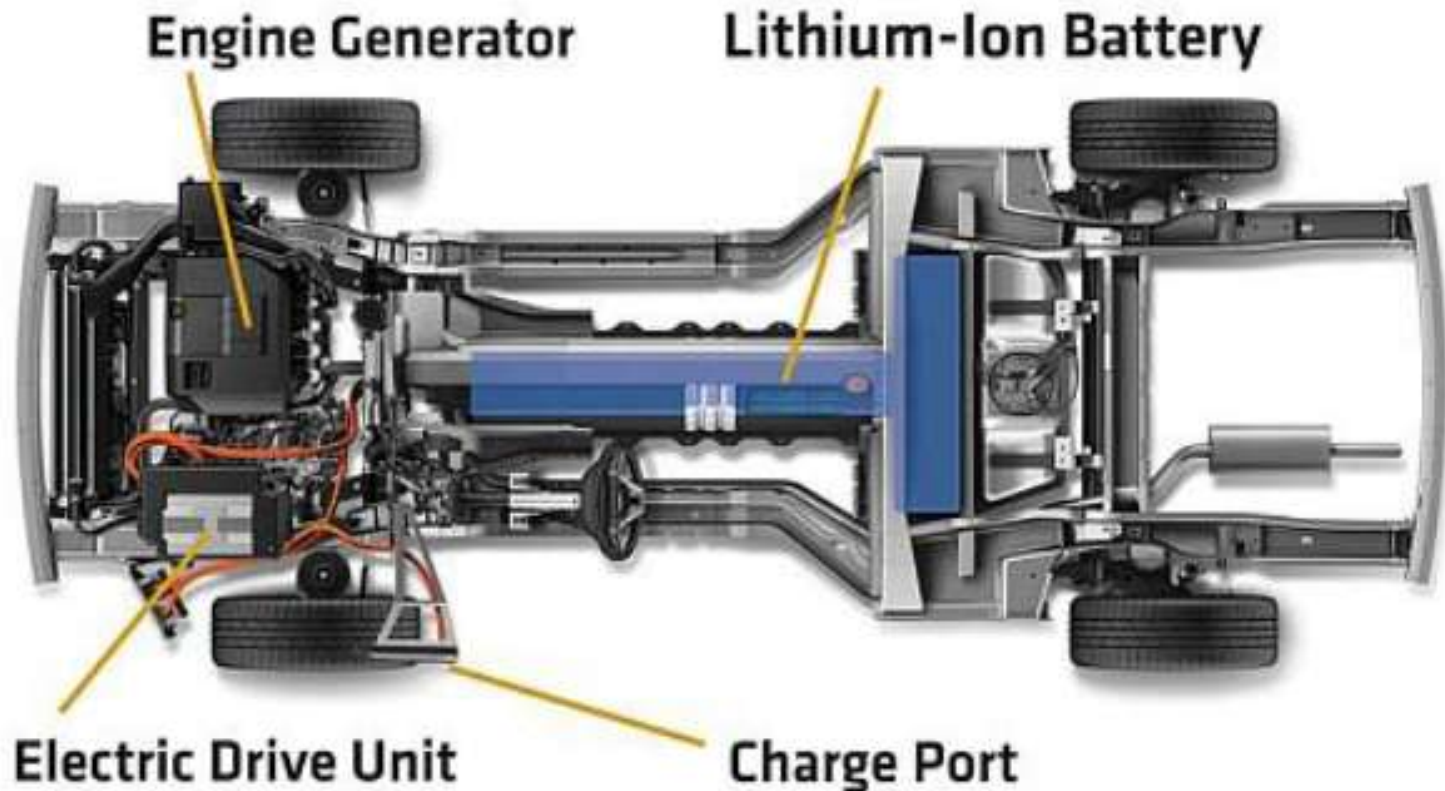


Volvo ReCharge



Opel Ampera

- výroba v USA společně se Chevrolet Volt (totožná auta),
- baterie se nachází v mohutném středovém tunelu a pod zadními sedadly,
- hmotnost akumulátorů 198 kg.



Opel Ampera

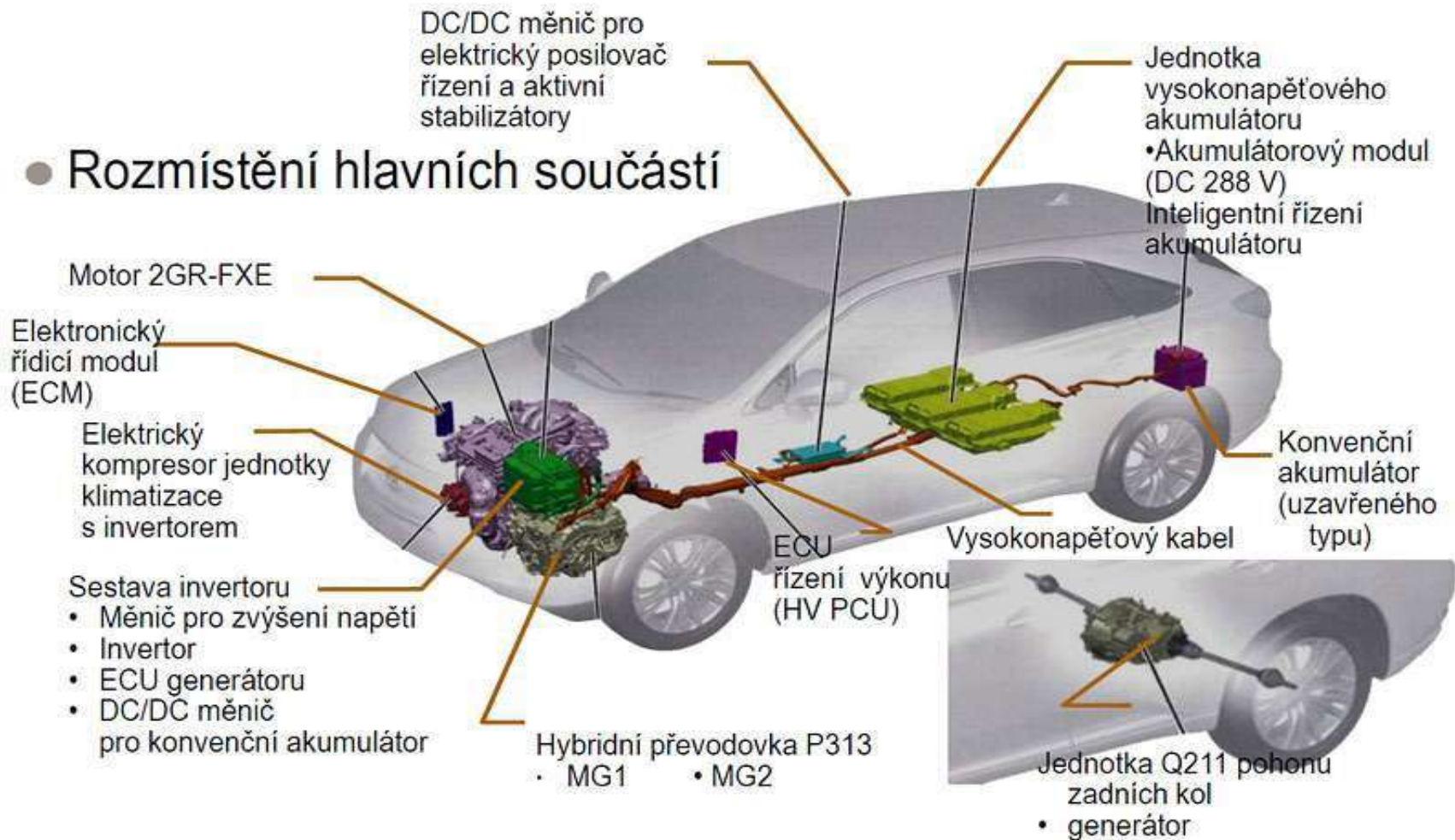


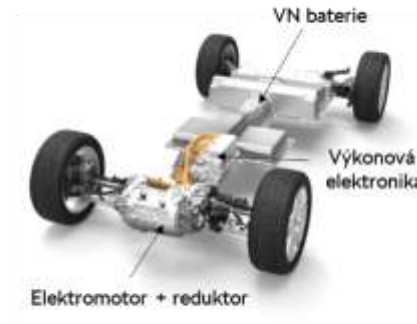
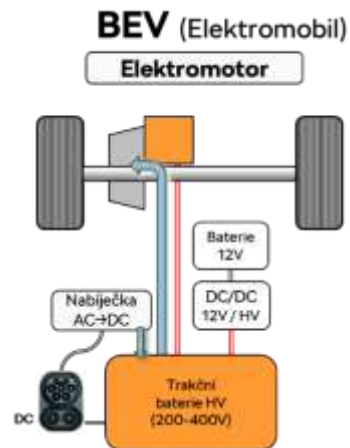
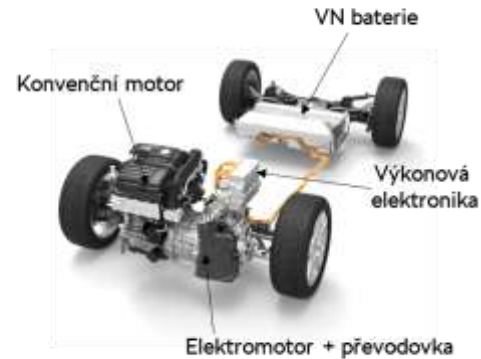
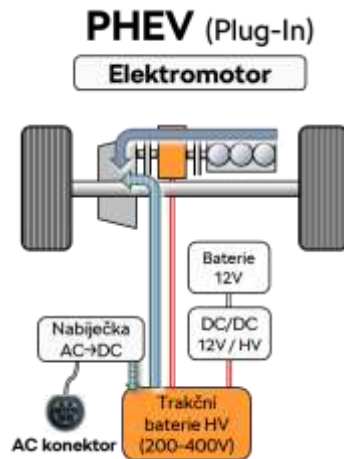
Opel Ampera

Opel Ampera - Technická data	
Hnací ústrojí	Elektromotor s prodlužovačem dojezdu
Převodovka	Planetové soukolí
Největší výkon [kW/min ⁻¹]	111/-
Největší točivý moment [N.m/min ⁻¹]	370/-
Akumulátory	Li-Ion, 288 článků
Kapacita [kWh]	16
Hmotnost [kg]	198
Spalovací motor	1,4 ECOTEC
Zdvihový objem [cm ³]	1398
Válce/ventily	4/4
Největší výkon [kW/min ⁻¹]	63/4800
Největší točivý moment [N.m/min ⁻¹]	130/4250
Max. rychlost [km.h ⁻¹]	161
Zrychlení 0-100 km.h ⁻¹ [s]	9
Kombinovaná spotřeba [l/100 km]	1,6
Kombinovaná spotřeba [kWh/100 km]	méně než 16
Dojezd na elektřinu [km]	40 až 80
Dojezd celkem [km]	více než 500

HLAVNÍ SOUČÁSTI

● Rozmístění hlavních součástí





Komponenty PHEV – Plug-in hybrid electric vehicle a BEV – Battery electric vehicle (zdroj: Sborník konference KOKA 2019)

Hybridní pohony

VÝHODY:

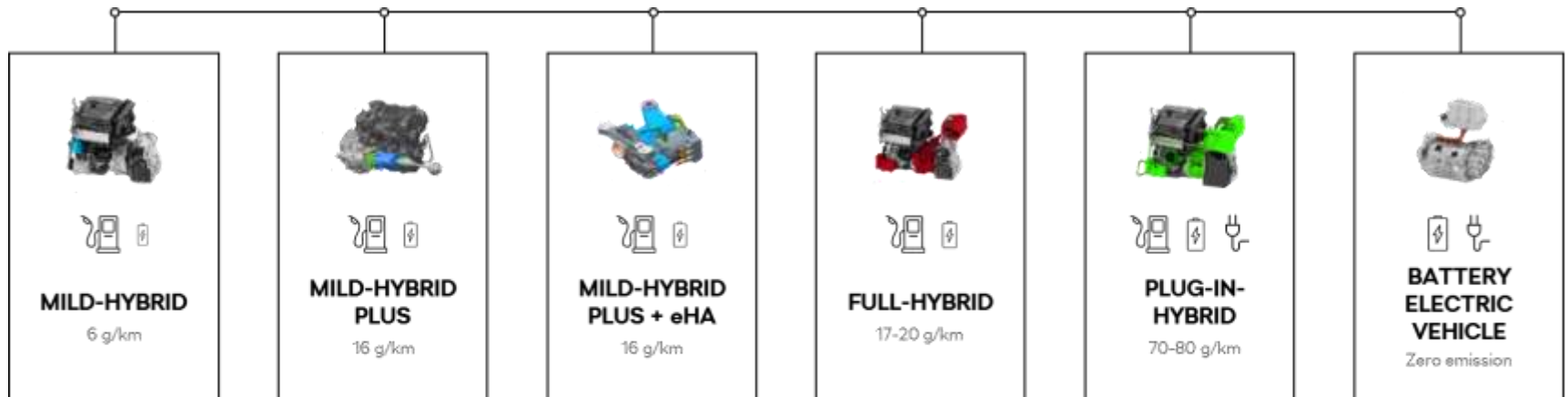
- nízké emise CO₂ (89g/km)
- nízká spotřeba paliva především v městském provozu (3,9 litrů/100km)
- vysoká účinnost elektromotoru
- nízká hlučnost a šetrný provoz
- ekologické => celosvětový boom

NEVÝHODY:

- nejnovější technologie => vysoká cena
- zvýšení hmotnosti automobilu
- zatím malý dojezd čistě na elektromotor
- zmenšení úložných prostor ve vozidle

Elektrifikace vozidel

Úspora produkce emisí CO₂ prostřednictvím „optimalizace“ konvenčních pohonů s pouze spalovacími motory (zdroj: Sborník konference KOKA 2019)



TANK-TO-WHEEL

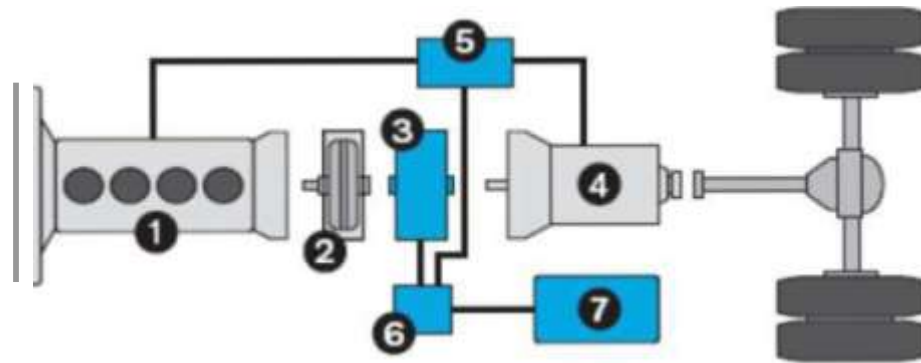
Audi model Q7 3.6 FSI Hybrid - Ni-MH (Nikl-metal hydrid) bateriemi, nyní Q5 s modernějšími Li-ion (Lithium-iontové) bateriemi.



Modely vozů s hybridními pohony:

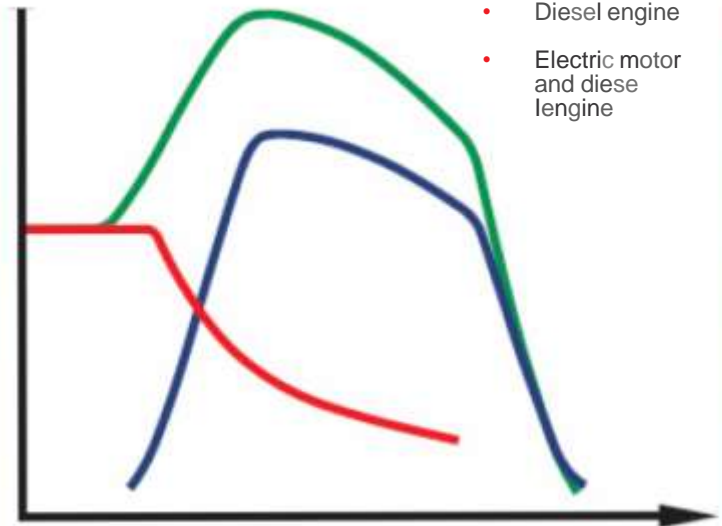


Hybridní autobus Volvo 7700

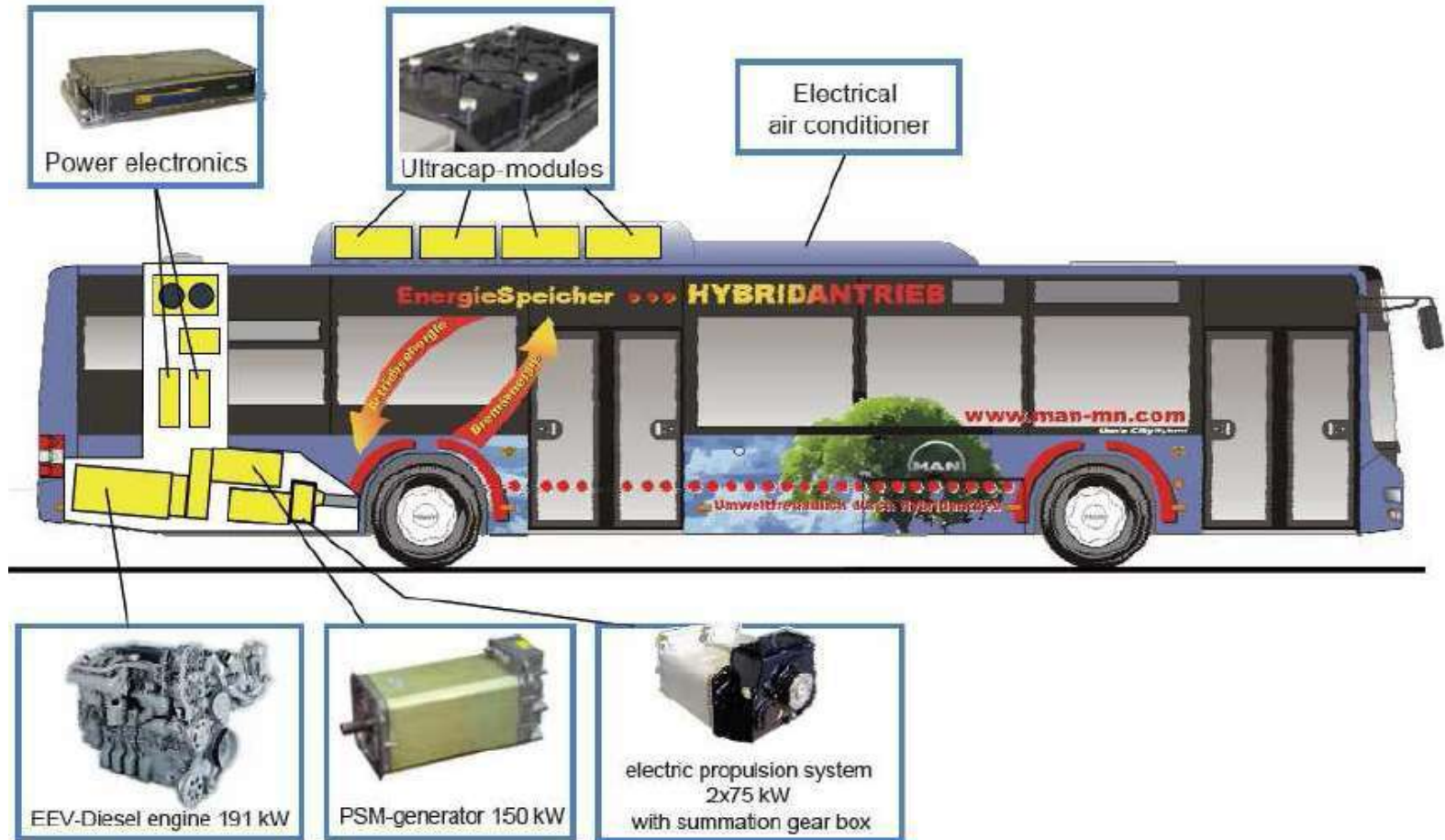


The hybrid bus's main components

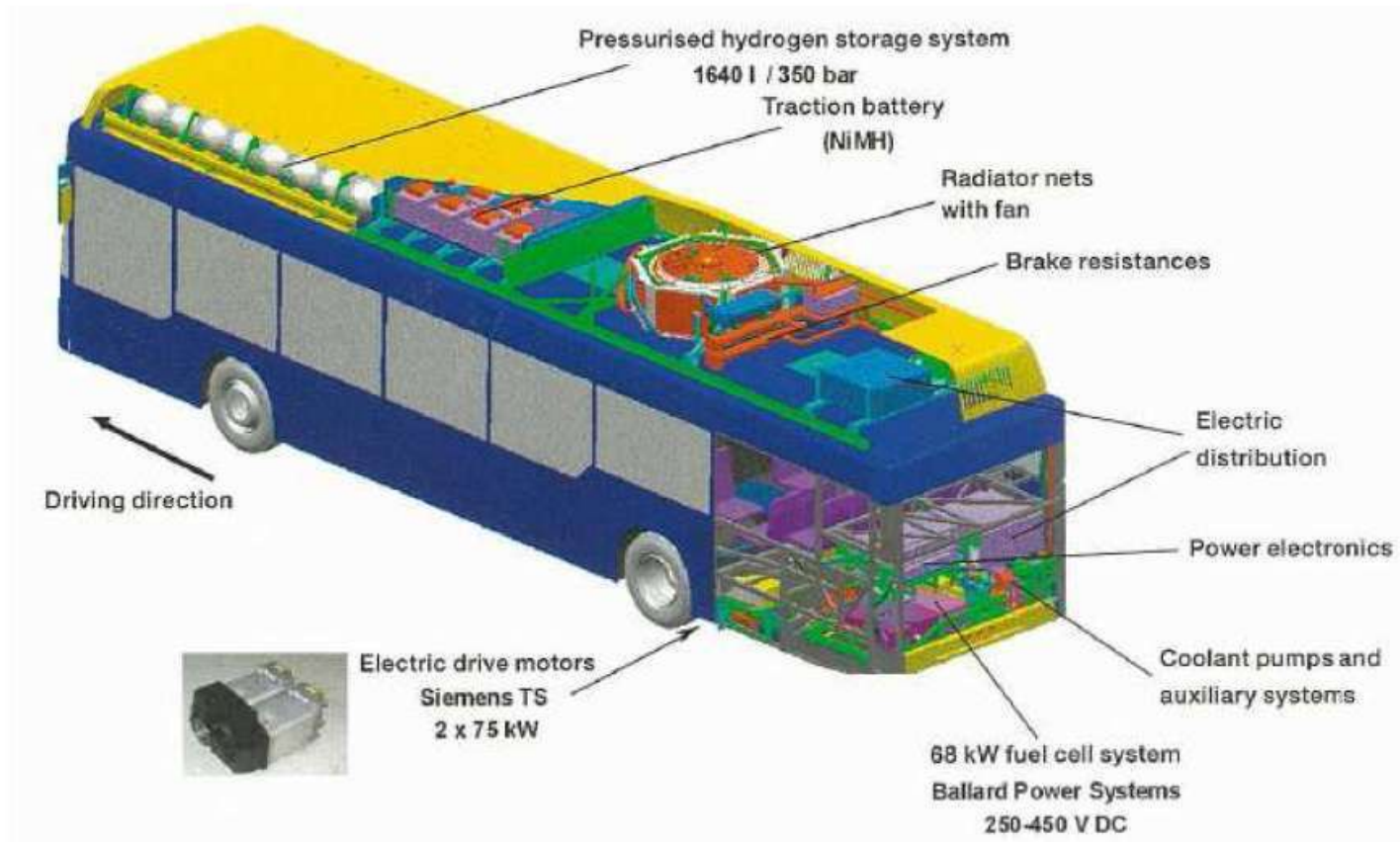
1. Diesel engine 2. Clutch 3. Electric motor/generator 4. Transmission
5. Electronic control unit 6. Energy converter DC/AC 7. Batteries



Hybridní autobus MAN Lion's City se spalovacím motorem



Hybridní autobus MAN Lion's city se spalovacím motorem



Hybridní autobus MAN Lion's city s palivovými články

DĚKUJI ZA POZORNOST