

Truck Hybridy

pro studenty



Funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



STEP AHEAD II

The support of Professional development of VET teachers and
trainers in following of New trends in Automotive Industry
Automotive Innovation & Teacher training Academy
2018-1-SK01-KA202-046334

Truck Hybridy

Zaměření lekce: Naučit studenty základy hybridního pohonu nákladního vozidla

PŘÍLOHA 2

Hybridní vozidla (osobní a nákladní)

Hybridní elektrické vozidlo (HEV) má dva typy jednotek pro skladování energie, elektřinu a palivo. Elektřina znamená, že k ukládání energie se používá baterie (někdy podporovaná ultracapcy) a jako trakční motor bude použit elektromotor (od nynějška nazývaný motor).

Palivo znamená, že je zapotřebí nádrž a že k výrobě mechanické energie se používá motor s vnitřním spalováním (ICE, od nynějška nazývaný motor) nebo že k přeměně paliva na elektrickou energii bude použit palivový článěk. V druhém případě bude trakci provádět pouze elektromotor. V prvním případě bude mít vozidlo motor i motor.

• **V závislosti na struktuře hnacího ústrojí** (jak jsou motor a motory propojeny) můžeme rozlišovat mezi **paralelními, sériovými nebo kombinovanými HEV**. To bude vysvětleno v odstavci 1.

V závislosti na podílu elektromotoru na trakčním výkonu můžeme rozlišovat mezi **mírným nebo mikro hybridním (systémy start-stop), hybridním posilovačem, plně hybridním a plug-in hybridem**. To bude vysvětleno v odstavci 2.

• **V závislosti na povaze neelektrického zdroje energie** můžeme rozlišovat mezi **spalováním (ICE), palivovým článkem, hydraulickým nebo pneumatickým pohonem a lidskou energií**.

V prvním případě jsou ICE zážehové motory (benzín) nebo vznětové přímé vstřikování (dieselový motor).

V prvních dvou případech může být jednotka pro přeměnu energie poháněna benzinem, methanolem, stlačeným zemním plynem, vodíkem nebo jinými alternativními palivy.

Motory jsou „pracovními koňmi“ pohonných systémů hybridních elektrických vozidel. Elektrický trakční motor pohání kola vozidla. Na rozdíl od tradičního vozidla, kde se musí motor „rozběhnout“, než může být zajištěn plný točivý moment, poskytuje elektromotor plný točivý moment při nízkých otáčkách. Motor má také nízkou hlučnost a vysokou účinnost. Mezi další charakteristiky patří vynikající akcelerace „off-line“, dobrá kontrola pohonu, dobrá odolnost vůči chybám a flexibilita ve vztahu ke kolísání napětí.

Mezi přední motorové technologie pro aplikace HEV patří PMSM (synchronní motor s permanentními magnety), BLDC (bezkartáčový stejnosměrný motor), SRM (spínaný reluktanční motor) a střídavý indukční motor.

Hlavní výhodou elektromotoru je možnost fungovat jako generátor. Ve všech systémech HEV je regenerována mechanická brzdová energie.

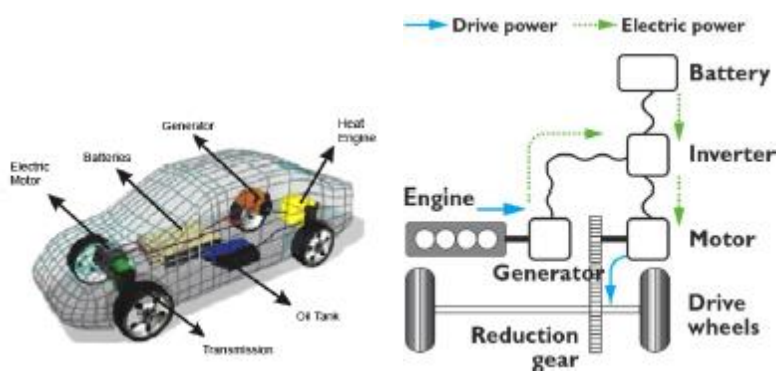
Max. provozní brzdový moment je menší než maximální tažný moment; v autě je vždy integrován mechanický brzdový systém.

Akumulátor v HEV má mnohem vyšší napětí než 12voltový akumulátor SIL pro automobily, aby se snížily proudy a ztráty I^2R .

Příslušenství jako posilovač řízení a klimatizace jsou poháněny elektromotory místo toho, aby byly připevněny ke spalovacímu motoru. To umožňuje zvýšení efektivity, protože příslušenství může běžet konstantní rychlostí nebo jej lze vypnout bez ohledu na to, jak rychle běží spalovací motor. Zejména v dálkových nákladních vozidlech elektrický posilovač řízení ušetří spoustu energie.

Typy podle struktury hnacího ústrojí

V sériovém hybridním systému spalovací motor místo přímého pohonu kol pohání elektrický generátor (obvykle třífázový alternátor plus usměrňovač). Elektromotor je jediným způsobem, jak zajistit napájení kol. Generátor nabíjí baterii a pohání elektromotor, který pohybuje vozidlem. Pokud je požadováno velké množství energie, motor odebírá elektrickou energii jak z baterií, tak



generátoru.

Hybridní konfigurace řady již existují dlouhou dobu: dieselelektrické lokomotivy, hydraulické zemní stroje, dieselelektrické energetické skupiny, nakladače.

Složitý přenos mezi motorem a kolem není nutný, protože elektromotory jsou účinné v širokém rozsahu otáček. Pokud jsou motory připevněny ke karoserii vozidla, jsou vyžadovány pružné spojky. Omezená konstrukce vozidel má pro každé kolo samostatné elektromotory. Integrace motoru do kol má tu nevýhodu, že neodpružená hmota se zvyšuje a snižuje jízdní výkon. Mezi

výhody motorů jednotlivých kol patří zjednodušená kontrola trakce (žádné konvenční mechanické převodové prvky jako převodovka, hřídele převodovky, diferenciál), pohon všech kol a povolení nižších pater, což je užitečné pro autobusy. Některá vojenská vozidla s pohonem všech kol 8x8 používají motory jednotlivých kol.

Výhody sériových hybridních vozidel:

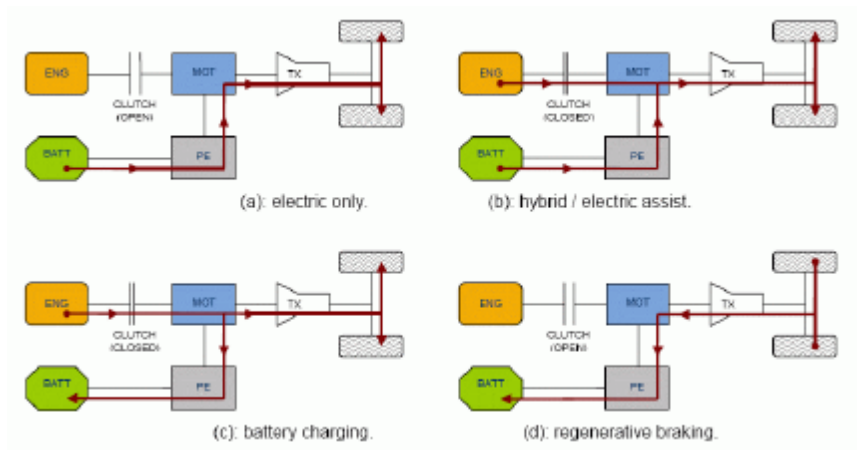
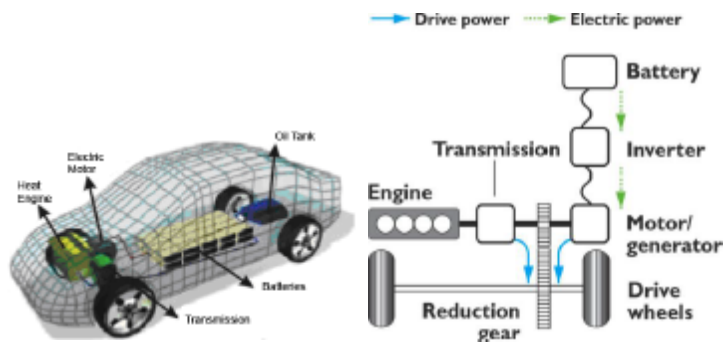
- Mezi spalovacím motorem a koly není žádné mechanické spojení. Skupina motor-generátor může být umístěna všude.
- Neexistují žádné konvenční mechanické převodové prvky (převodovka, hřídele převodovky). Samostatné elektrické kolové motory lze snadno implementovat.
- Spalovací motor může pracovat v úzkém rozsahu otáček (jeho nejefektivnější rozsah), i když auto mění rychlost.
- Hybridní vozy řady jsou relativně nejefektivnější při jízdě po městě.

Slabiny sériových hybridních vozidel:

- ICE, generátor a elektromotor jsou dimenzovány tak, aby zvládly plný výkon vozidla. Celková hmotnost, cena a velikost hnacího ústrojí proto mohou být nadměrné.
- Energie ze spalovacího motoru musí procházet generátorem i elektromotorem. Při dálkové jízdě na dálku je celková účinnost nižší než u konvenční převodovky v důsledku několika přeměn energie.

Paralelní hybrid

Paralelní hybridní systémy mají jak spalovací motor (ICE), tak elektromotor paralelně spojený s mechanickou převodovkou. Většina návrhů často kombinuje velký elektrický generátor a motor do jedné jednotky umístěné mezi spalovacím motorem a převodovkou, nahrazující jak konvenční startér, tak alternátor (viz obrázky výše). Baterii lze dobíjet během regenerativního vypínání a během plavby (když je výkon ICE vyšší než požadovaný výkon pro pohon). Protože mezi koly a motorem je pevné mechanické spojení (bez spojky), baterii nelze nabíjet, když se auto nepohybuje. Pokud vozidlo využívá pouze elektrický trakční výkon nebo při brzdění při regeneraci energie, ICE neběží (je odpojeno spojkou) nebo není napájeno (otáčí se na volnoběh).



a) pouze elektrická energie:

Až do rychlosti obvykle 40 km/h pracuje elektromotor pouze s energií baterií, které nejsou dobíjeny ICE. Toto je obvyklý způsob provozu po městě i při zpátečce, protože při zpátečce je rychlost omezená.

b) Elektrický výkon ICE +:

pokud je zapotřebí více energie (při zrychlení nebo při vysokých rychlostech), elektromotor začne pracovat paralelně s tepelným motorem, čímž dosáhne vyššího výkonu

c) Nabíjení baterie ICE +:

je-li vyžadován menší výkon, je k nabíjení baterií použit přebytek energie. Provoz motoru s vyšším točivým momentem, než je nutné, běží s vyšší účinností.

d) regenerační rozbití:

Při brzdění nebo zpomalování využívá elektromotor zisk kinetické energie jedoucího vozidla, aby fungoval jako generátor.

Výhody paralelních hybridních vozidel:

- Celková účinnost je vyšší při jízdě na dálnici a při dálkových jízdách.
- Velká flexibilita pro přepínání mezi elektrickým a ICE napájením

-
- Ve srovnání se sériovými hybridy může být elektromotor zkonstruován méně výkonně než ICE, protože napomáhá trakci. Je vyžadován pouze jeden elektrický motor/generátor.

Slabiny paralelních hybridních vozidel:

- Poměrně komplikovaný systém.
- ICE nepracuje v úzkém nebo konstantním rozsahu otáček, takže účinnost klesá při nízkých otáčkách.
- Protože ICE není odpojeno od kol, baterii nelze nabíjet v klidu.

Kombinovaný hybrid

Kombinované hybridní systémy mají vlastnosti sériových i paralelních hybridů. Mezi motorem a hnací nápravou je dvojitě spojení: mechanické a elektrické. Tato rozdělená energetická cesta umožňuje propojení mechanické a elektrické energie za určitou cenu ve složitosti.

Power-split zařízení jsou začleněna do hnacího ústrojí. Síla kol může být buď mechanická nebo elektrická nebo obojí. To je také případ paralelních hybridů. Hlavním principem kombinovaného systému je však oddělení výkonu dodávaného motorem od výkonu požadovaného řidičem.

V konvenčním vozidle je k zajištění zrychlení z klidu použit větší motor, než jaký je potřebný pro jízdu ustálenou rychlostí. Důvodem je točivý moment spalovacího motoru, který je při nižších otáčkách minimální, protože motor je jeho vlastní vzduchové čerpadlo. Na druhou stranu elektromotor vykazuje maximální točivý moment při zastavení a je vhodný k doplnění nedostatku točivého momentu motoru při nízkých otáčkách. V kombinovaném hybridu lze použít menší, méně pružný a vysoce účinný motor. Často se jedná o variaci konvenčního Ottova cyklu, například Millerova nebo Atkinsonova cyklu. To výrazně přispívá k vyšší celkové účinnosti vozidla, přičemž mnohem menší roli hraje regenerativní brzdění.

Při nižších rychlostech funguje tento systém jako sériový HEV, zatímco při vysokých rychlostech, kde je sériový pohon méně účinný, převezme řízení motor. Tento systém je dražší než čistě paralelní systém, protože k řízení duálního systému potřebuje další generátor, systém mechanického děleného napájení a větší výpočetní výkon.

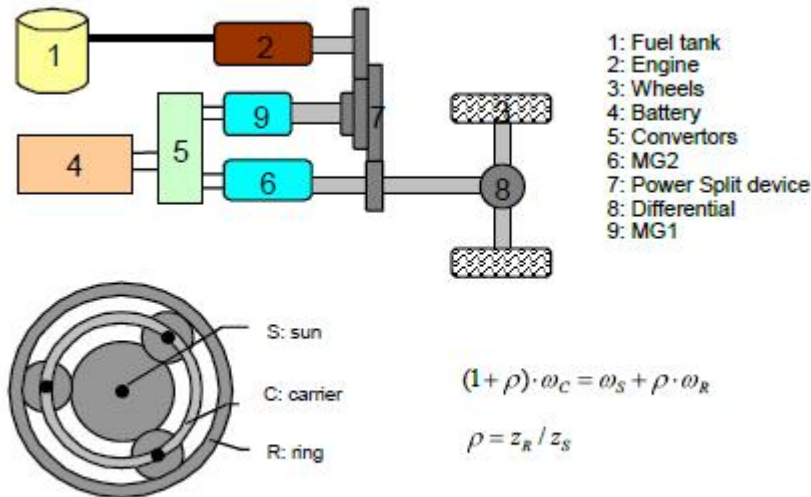
Výhody kombinovaných hybridních vozidel:

- Maximální flexibilita při přepínání mezi elektrickým a ICE napájením
- Oddělení výkonu dodávaného motorem od výkonu požadovaného řidičem umožňuje menší, lehčí a efektivnější design ICE.

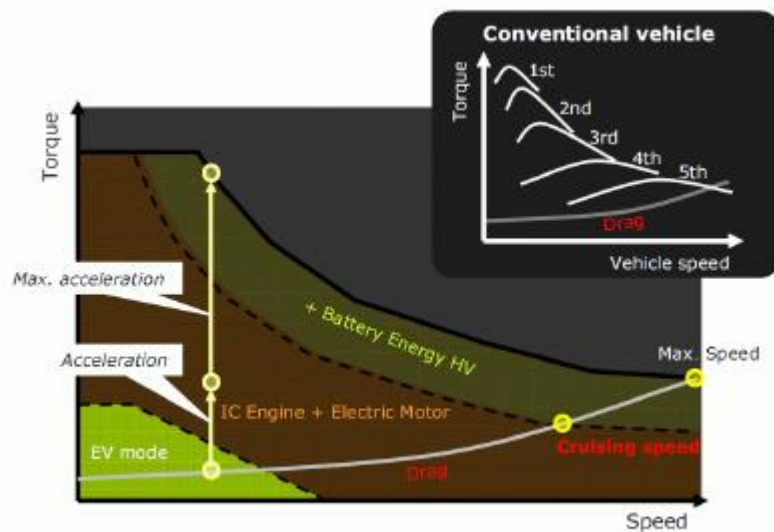
Slabé stránky kombinovaných hybridních vozidel:

- Velmi komplikovaný systém, dražší než paralelní hybrid.

- Účinnost přenosu hnacího ústrojí závisí na množství energie přenášené po elektrické dráze, protože vícenásobné převody, každý s vlastní účinností, vedou k nižší účinnosti této dráhy (~ 70%) ve srovnání s čistě mechanickým cestou (98%).



Combined HEV with planetary unit as used in the Toyota Prius



Combined hybrid drive modes

Plug-in hybrid (= hybrid připojený k síti = vozidlo k síti V2G)

Všechny předchozí hybridní architektury by mohly být seskupeny do klasifikace udržování náboje: systém skladování energie v těchto vozidlech je navržen tak, aby zůstal v poměrně omezené oblasti stavu nabití (SOC). Algoritmus hybridního pohonu je navržen tak, aby se v průměru SOC systému skladování energie více nebo méně vrátilo do původního stavu po jízdním cyklu. Plug-in hybridní elektrické vozidlo (PHEV) je plně hybridní, schopné provozu pouze v elektrickém režimu, s většími bateriemi a možností dobíjení z elektrické rozvodné sítě. Jejich hlavním přínosem je, že mohou být nezávislé na benzínu pro každodenní dojíždění, ale také mají rozšířený rozsah hybridního pohonu na dlouhé cesty.

Hybridní sítě připojené k síti mohou být navrženy tak, aby se vybíjely náboje: část „paliva“ spotřebovaného během jízdy dodává společnost, přednostně v noci. Účinnost paliva se pak vypočítá na základě skutečného paliva spotřebovaného ICE a jeho benzinového ekvivalentu kWh energie dodané společností během dobíjení. Účinnost „well-to-wheel“ a emise PHEV ve srovnání s benzinovými hybridy závisí na zdrojích energie použitých pro rozvodnou síť (uhlí, ropa, zemní plyn, vodní energie, sluneční energie, větrná energie, jaderná energie). V sériovém Plug-In hybridu slouží ICE pouze k dodávce elektrické energie prostřednictvím spřaženého generátoru v případě delších jízdních vzdáleností. Plug in hybridy mohou být vyrobeny z více paliv, přičemž elektrická energie je doplněna o naftu, bionaftu nebo vodík.

U typických jízdních cyklů jsou dosažené účinnosti nižší. Bateriově napájený EV dosahuje účinnosti v rozmezí 50 až 60%. Vodíkem poháněný elektromobil má celkovou účinnost asi 13% pouze při těchto jízdních cyklech.

Zdroje:

<https://slideplayer.com/slide/9329896/>

https://www.mcc.edu/professional_dev/file_pdo/Hybrids.ppt

<https://www.slideshare.net/ASHOKPANDEY13/best-ppt-for-seminar-on-hybrid-electric-vehicle-by-rahul>

<https://class.ece.uw.edu/351/el-sharkawi/mm/ev/ev.ppt>

<https://www.slideshare.net/himanshubishwash/hyb-vehic>

<https://www.volvobuses.com/en-en/our.../electromobility.html>

https://www.mercedes-benz-bus.com/fi_FI/buy/services-online/download-product-brochures.html#container_104046757_/content/element_385184368_co

https://www.eesi.org/files/eesi_hybrid_bus_032007.pdf

<https://www.daf.com/en/about-daf/innovation/electric-and-hybrid-trucks>

<http://eahart.com/prius/psd/>

<https://nptel.ac.in/courses/108103009/download/M3.pdf>

Videa

<https://www.youtube.com/watch?v=NYekH0SczuY>

https://www.youtube.com/watch?v=C0PO_Rkyr6o

<https://www.youtube.com/watch?v=CVCRieQU6bo>

<https://www.youtube.com/watch?v=p09UaRcdbqY>

<https://www.youtube.com/watch?v=lrQ9h7OKGLE>

https://www.youtube.com/watch?v=GdLMMeE1H_U

<https://www.audi-mediacyber.com/en/audimediatv/video/audi-a8-mild-hybrid-electric-vehicle-mhev-animation-3660>

<https://www.audi-mediacyber.com/en/audimediatv/video/brake-by-wire-system-of-the-audi-e-tron-animation-4283>

<https://www.youtube.com/watch?v=ZmHpSyTsfm0>

POZNÁMKY:



Názory prezentované v tomto dokumentu jsou názory projektového partnerství STEP AHEAD II a nemusí být v souladu s názory EU.