

EBEC Brno 2019, FEKT kolo zadání pro Případovou studii

Úvod:

Značka Garrett je symbolem inovací a průkopnické myšlenky přeplňování. Během uplynulých 60-ti let zanechala trvalou stopu v historii zvyšování výkonu spalovacích motorů. Společnost Garrett Advancing Motion se ve svém portfoliu zaměřuje na špičkové technologie pro bezpečnější, výkonnější a ekologičtější chytrá vozidla budoucnosti. Společnost Garrett nově ve svých investicích do vývoje sleduje i poslední trendy v oblasti e-mobility a hybridizace silniční dopravy.

Motivace:

Ve spojení vysoce specializovaného strojního inženýrství s expertními znalostmi v oblasti elektrotechniky vidíme potenciál dalšího rozvoje automobilové dopravy při zachování zdravého životního prostředí. Společnost hledá pomoc při návrhu vhodné strategie pro projektování uspořádání hybridní pohonné jednotky silničního vozidla. Různé přístupy ke způsobu dobíjení baterií hybridního vozidla mohou ovlivnit pracovní cyklus spalovacího motoru což následně ovlivňuje pracovní body turbodmychadla. Dobré porozumění oblasti práce turbodmychadla v hybridním vozidle umožní optimalizovat jeho komponenty pro dosažení co největší účinnosti v celém provozním rozsahu.

Zadání:

Představte si hybridní vozidlo používající baterie a nádrž paliva jako dva hlavní zdroje energie. Spalovací motor využívající uhlovodíkové palivo může sloužit ve spojení s generátorem (alternátor nebo e-turbo) k dobíjení baterií a pro pohon vozidla. Motor-generátor na nápravě je kromě pohonu vozidla schopný měnit kinetickou energii na elektrickou během brzdění vozidla a rekuperovat jí do elektrické baterie.

Vozidlo obsluhuje převážně dvě trasy: A) 4 krát CTP Brno Slatina – Brno OC Vaňkovka (mimo dálnici) a B) CTP Pohořelice – Brno OC Vaňkovka (po dálnici). Definujte oba profily z hlediska překonávaného převýšení, počtu předpokládaných rozjezdů a zastavení a průměrné rychlosti na základě údajů z Google Maps.

Pro každou z tras určete na základě energetické bilance optimální podíl energie použité z baterie a ze spalovacího motoru pro jízdu při uvažování možnosti rekuperace tak, aby vybíjecí/nabíjecí proudy, počet nabíjecích/vybíjecích cyklů a míra vybití baterie splňovaly požadavek co nejdéle životnosti baterie při minimalizaci všech souvisejících ztrát. Najděte kompromis mezi častými starty motoru a dobou, po kterou je baterii nutno udržovat na minimální úrovni kapacity. Stanovte optimální rychlost využívání kapacity baterie v průběhu každé trasy při smíšené strategii využití elektrické energie a energie obsažené v palivu. Použijte model ekvivalentního obvodu vybíjené baterie pro energetický model pohonného ústrojí.

Očekávané výstupy:

1. názorné popsání problému, použijte grafickou vizualizaci toku energií
2. definování strategie pro optimalizaci podílu spotřebované energie z obou zdrojů na vozidle a nabíjecího/vybíjecího cyklu bateriových článků
3. návrh řešení energetické bilance ve formě blokového schéma eventuelně použitelného pro programování simulačního modelu (nástroj Matlab/Simulink preferovaný, ale není podmínkou)
4. definování pracovního cyklu spalovacího motoru vyplývající z navržených strategií pro každou z tras (profil výkonu, časový průběh po který je motor v provozu)
5. prezentace výsledků řešení formou názorné přednášky.

Kritéria hodnocení:

Porozumění zadání, jasný myšlenkový postup pro energetickou bilanci hybridního vozidla	20 bodů
Zvolená strategie pro optimalizaci nabíjecího/vybíjecího cyklu baterie a její původnost	30 bodů
Hloubka rozpracování návrhu modelu včetně zahrnutí všech relevantních ztrát v daném čase	10 bodů
Způsob presentace výsledků, jejich srozumitelnost a názornost interpretace	20 bodů
Naplnění očekávaných výstupů (definování pracovního cyklu spalovacího motoru)	20 bodů

Parametry použitého vozidla:

Kapacita baterie	8 kWh (výchozí stav nabití na počátku mise 100%, minimální přípustná míra vybití baterie 20% kapacity)
Typ baterie	Li-Ion
Účinnost baterie nabíjecí /vybíjecí	95% (pro první přiblížení stejná, pro detailnější studii můžete rozdělit a komentovat vliv v presentaci)
Napětí baterie	400 V
Výhřevnost paliva	42,9 MJ/kg
Objem palivové nádrže	50 litrů
Hmotnost vozidla	1 400 kg
Čelní plocha vozidla vč. součinitele odporu vzduchu	0,65 m ²
Poloměr kol	0.32 m
Výkon spalovacího motoru	90 kW
Účinnost spalovacího motoru	35% (uvažovaná pro jednoduchost v tomto případě jako konstantní pro všechny provozní režimy)
Výkon generátoru na motoru	20 kW (alternátor nebo e-turbo)
Výkon motoru/generátoru na nápravě	30 kW (stejně pohon i rekuperace pro jednoduchost)
Účinnost generátoru, měniče, motoru na nápravě	90% (uvažovaná pro jednoduchost stejná pro všechny)
Konečný převodový poměr pro mechanický přenos	3,5 (ztráty zanedbejte)
Převodový poměr pro první převodový stupeň	4,91
Převodový poměr pro druhý převodový stupeň	2,73
Převodový poměr pro třetí převodový stupeň	1,67
Převodový poměr pro čtvrtý převodový stupeň	1,12
Převodový poměr pro pátý převodový stupeň	0,82
Převodový poměr pro šestý převodový stupeň	0,67
Převodový poměr pro elektrický přenos	9,2 (ztráty zanedbejte)

Blokové schéma uspořádání pohonné jednotky:

