

Assessment of Rechargeable Energy Storage Systems for Plug-In Hybrid Electric Vehicles

Noshin Omar

De beheersing van het energieverbruik blijft een zeer actueel thema in de hedendaagse industriële en maatschappelijke context, niet enkel om economische redenen, maar ook om ecologische en duurzaamheidsredenen, omwille van de uitputting van beperkte grondstoffen en fossiele brandstoffen, en van de noodzakelijke reductie van CO₂ uitstoot. Een van de innovatieve technologieën die kan leiden tot een sterke energiebesparing en CO₂ vermindering in de transportsector is het gebruik van de zogenaamde "Plug-In Hybride Elektrische Voertuigen" (PHEV). Omwille van hun gunstig effect op het leefmilieu, vormen elektrisch aangedreven voertuigen een belangrijke factor voor de verbetering van het stadsverkeer, en meer in het bijzonder voor een gezonder leefomgeving. Het energieopslagsysteem (batterij) blijft echter de meest kritische component van deze voertuigen.

In dit doctoraatswerk wordt een nieuwe methodologie voorgesteld voor evaluatie van verscheidene herlaadbare energieopslagsystemen in PHEV. Deze methodologie maakt gebruik van speciaal ontwikkelde belastingsprofielen die het gedrag van een energieopslagsysteem in PHEVs waarheidsgetrouw kunnen nabootsen. Bovendien kan men via deze methodologie de testduur drastisch verminderen.

In het kader van dit proefschrift werd tevens een unieke verouderingsanalyse uitgevoerd op lithium-ion batterijen, waaruit uiteenlopende wiskundige relaties werden afgeleid die de levensduur van een batterij weergeven in functie van de werkingstemperatuur, ontladingssterkte, ontladingsdiepte en laadstroom bij snelladen. Tevens werden eveneens innovatieve elektrische en elektro-thermische modellen ontwikkeld voor lithium-ion batterijen. Deze modellen zijn in staat om het niet-lineaire gedrag van lithium-ion technologie beter te voorspellen. Zij werden gevalideerd bij verschillende belastingsregimes en hebben een aanzienlijk hogere nauwkeurigheid dan bestaande modellen in de literatuur.

Tenslotte wordt een nieuwe hybride topologie voorgesteld voor de associatie van elektrische dubbellaagcondensatoren met hoog energiedichtheid lithium-ion batterijen. De voorgestelde topologie laat toe om de kost, gewicht, volume en complexiteit van het systeem drastisch te reduceren, en met behulp van de elektrische dubbellaagcondensatoren de lithium-ion batterijen beter te benutten.