

ABSTRACT

Strategia de optimizare a consumului de energie, fiind un subiect complex și multidomeniu, începutul cercetării se concentrează pe construirea pas cu pas a obiectivului principal. Se aleg motoare electrice cu densitate mare de putere care folosesc magneți permanenți. Ca o completare, este definit un nou focus pentru a investiga sistemul de propulsie în configurații cu mai multe motoare. Simularea este utilizată pentru a susține alegerile făcute și pentru a confirma că realizarea obiectivului este posibilă. Modelele matematice a două tipuri de motoare PM (PMSM și BLDC) servesc la implementarea producției de cuplu în interiorul vehiculului, sub simulare. Un profil de viteză normalizat este transformat în forță de tracțiune care urmează să fie dezvoltată de grupul motopropulsor. Se construiește și se explică metodologia de obținere a punctelor de operare corespondente. Metode specifice de alocare a sarcinilor statice, dinamice și mixte sunt definite pentru alocarea cuplului între motoarele aceluiași grup motopropulsor. În cadrul fiecărei metode sunt precizate și analizate criteriile de distribuție a sarcinii, urmărind impactul asupra eficienței energetice: distribuții complementare, procentuale, proporționale și optime pentru metoda statică, distribuții de sarcină bazate pe situații trecute și viitoare și distribuția de minimizare a pierderilor interne pentru metoda dinamică și extinderea capacităților vehiculului folosind metoda mixtă. Procesul de determinare a hărților de eficiență pentru fiecare motor și grup de propulsor prin calcul analitic este construit și prezentat. O schemă de implementare specifică este dezvoltată pentru metodele de control "phase advance" și "dwell control". Întreaga zonă operațională a vehiculului este investigată pentru a îmbunătăți performanța grupului motopropulsor BLDC în ceea ce privește producția de cuplu, viteza și eficiența energetică. Procesul de determinare a hărților de eficiență a motorului prin calcul analitic este finalizat printr-o nouă metodă folosind simulare și tratarea datelor. Pentru experimente fizice și măsurători este realizată o infrastructură specifică cu trei platforme: un motor independent, două motoare care funcționează cu aceeași viteză în sarcină și două motoare independente. Ele sprijină evoluțiile viitoare legate de sistemele de propulsie multimotoare, cum ar fi controlul specific al cuplului și al vitezei pentru motoarele care propulsează individual o roată a vehiculului, sub constrângerea stabilității vehiculului, atunci când se caută îmbunătățiri energetice.

Energy consumption optimization strategy, being a complex and multidomain subject, the beginning of the research focuses on the step-by-step construction of the main objective. High power density electric motors using permanent magnets are chosen. As a complement, a new focus is defined to investigate the propulsion system in multi-engine configurations. Simulation is used to support the choices made and to confirm that achieving the objective is possible. Mathematical models of two types of PM motors (PMSM and BLDC) serve to implement the torque production inside the vehicle under simulation. A normalized speed profile is converted into traction force to be developed by the powertrain. The methodology for obtaining the corresponding operating points is constructed and explained. Specific static, dynamic and mixed load allocation methods are defined for torque allocation between engines of the same powertrain. Within each method, load distribution criteria are specified and analyzed, looking at the impact on energy efficiency: complementary, percentage, proportional and optimal distributions for the static method, load distributions based on past and future situations and the internal loss minimization distribution for the method dynamics and expanding vehicle capabilities using the mixed method. The process of determining the efficiency maps for each engine and powertrain by analytical calculation is constructed and presented. A specific implementation scheme is developed for the "phase advance" and "dwell control" control methods. The entire operational area of the vehicle is investigated to improve BLDC powertrain performance in terms of torque output, speed and energy efficiency. The process of determining engine efficiency maps by analytical calculation is completed by a new method using simulation and data processing. For physical experiments and measurements, a specific infrastructure is made with three platforms: an independent motor, two motors operating at the same speed under load, and two independent engines. They support future developments related to multi-motor propulsion systems, such as specific torque and speed control for motors that individually drive a vehicle wheel, under the constraint of vehicle stability, when energy improvements are sought.