

POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY TECHNOLOGICZNY  
Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych  
i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania

## **PRACA DOKTORSKA**

Andrzej Nierychłok

„Model sterownika wirtualnego napędu  
hybrydowego elektryczno-spalinowego  
pojazdu kołowego”

Promotor

Dr hab. Inż. Gabriel Kost, Prof. Pol. Śl.

Gliwice 2012

W pracy przedstawiono problematykę hybrydowego układu napędowego pojazdu kołowego w aspekcie przełączania jednostek napędowych. Zaproponowano rozwiązanie, umożliwiające analizę układu napędowego w laboratorium poprzez wprowadzenie i wykorzystanie modelu sterownika wirtualnego napędu elektryczno-spalinowego. Przytoczono kwestie modelowania matematycznego silników trakcyjnych stosowanych w pojazdach o napędzie hybrydowym i elektrycznym. Przedstawiono wady i zalety oraz opisano sposoby połączeń jednostek napędowych stosowanych w pojazdach kołowych.

W pracy opisano modelowanie silników trakcyjnych prądu stałego i przemiennego oraz silnika spalinowego. Przedstawione w pracy modele silników elektrycznych to dokładnie opisane modele matematycznie silników dostępnych na rynku wtórnym, które wykorzystywane są do budowy napędów pojazdów kołowych. Modelowanie silników spalinowych zaproponowane przez autora odbyło się z wykorzystaniem charakterystyk prędkościowych oraz modelu termodynamiczno-mechanicznego.

Wysunięto następujące założenia:

- opracowanie modelu matematycznego jednostki spalinowej – silniki spalinowe o zapłonie iskrowym, które matematycznie opisano tablicą dwuwymiarową (charakterystyką prędkościową) oraz model matematyczny termodynamiczno-mechaniczny;
- opracowanie modelu matematycznego jednostki elektrycznej – silniki prądu stałego (DC): komutatorowy szeregowy, komutatorowy obcowzbudny zbudowany na magnesach trwałych, silnik BLDC, oraz silniki prądu przemiennego (AC): indukcyjny, PMSM;
- wybór jednostki napędowej na podstawie kryteriów pracy układu napędowego;
- układ regulacji każdej jednostki napędowej oraz kompletnego hybrydowego układu napędowego;
- algorytm pracy hybrydowego układu napędowego;
- oprogramowanie zewnętrznego układu sterującego pracą sterownika wirtualnego;

W celu rozwiązania problemu przyjęto, że hybrydowy układ napędowy w połączeniu z układem sterowania powinien zapewniać:

- szeroki zakres regulacji prędkości jazdy z uwzględnieniem zmiany przełożeń w skrzynce przekładniowej,
- ruch pojazdu przy stałej prędkości, stałym momencie napędowym, niezależnie od źródła napędu,
- przełączanie jednostek napędowych,
- regulację momentu napędowego,
- stabilną pracę jednostek napędowych.

Zakres pracy obejmuje:

- opracowanie sparametryzowanych modeli dynamicznych pojazdu kołowego z napędem hybrydowym do sterowania prędkościowego,
- analizę stosowanych rozwiązań układów napędowych pojazdów kołowych z napędem hybrydowym, w tym budowę modeli matematycznych dynamiki układów napędowych pojazdów z napędem elektrycznym i spalinowym,
- opracowanie założeń i koncepcji systemu sterowania hybrydowego układu napędowego,
- określenie założeń sterownika wirtualnego napędu hybrydowego,
- optymalizację systemu sterowania uwzględniającą założone kryteria jakościowe procesu sterowania napędem hybrydowym,
- budowę wirtualnego hybrydowego układu napędowego pojazdu kołowego i stanowiska sterującego,
- wykonanie sprawozdania i opracowanie wniosków końcowych.

W pracy opisano zbudowane stanowisko kierowcy oraz sterownik wirtualny symulujący pracę hybrydowego układu napędowego. Przedstawiono także wyniki symulacji dla przykładowych wybranych silników napędowych w aspekcie ich przełączania. Pracę kończy krótkie podsumowanie.