

Poruchy motorů u elektromobilů dokážou odhalit matematické algoritmy z VUT

21.6.2023 - | Vysoké učení technické v Brně

Při poruše motoru v elektromobilu může nastat několik scénářů. V tom nejhorším z nich vznikne při zkratu vysoký proud, který může vést až ke vznícení elektromotoru. Aby k tomu nedošlo, implementují se do řídicích jednotek motorů algoritmy detekce poruch, které dokážou zajistit zachycení poruchy a přepnutí motoru do bezpečného stavu. Důsledkem toho může být zastavení vozidla - což při jízdě na dálnici či v tunelu není bezpečné.

Elektromotory by proto měly zůstat provozuschopné i při poruše. Zajistit to mohou pohony s redundancemi využívající diagnostické algoritmy s následnou kompenzací poruch. Řídicí systém motoru se díky nim s poruchou vypořádá a řidič může dojet třeba do servisu. Právě na tomto scénáři pracuje výzkumník CEITEC VUT a doktorand z FEKT VUT Lukáš Zezula. Zaměřuje se na diagnostiku s využitím estimace parametrů modelů s diskrétním časem, které popisují jak zdravý motor, tak motor při poruše. Mezi odborníky, kteří se tomuto tématu věnují, je zatím spíš ojedinelý.

„Drtivá většina algoritmů parametrické estimace se opírá o modely s diskrétním časem. Existuje kvantum publikací o modelování poruch elektrických pohonů. V podstatě na každé konferenci o elektromotorech se tomu někdo věnuje. Diskrétní modely však souvisejí s řešením soustavy nelineárních diferenciálních rovnic popisujících motor ve spojitě oblasti, což je téma více blízké matematikům než inženýrům specializujícím se na elektrické pohony,“ vysvětluje důvod Zezula. Řídicí jednotka s experimentálním motorem | Autor: Jan Prokopius

Při parametrické estimaci se na základě známých charakteristik systému a jeho matematického modelu určují některé jinak neznámé vlastnosti.

„Je to podobné hádání hmotnosti jablka z jeho velikosti. Přesná hmotnost jablka sice není známa, ale víme, že čím větší jablko bude, tím bude vyšší jeho hmotnost – což je de facto matematický model. Pokud potom před sebou vidíme dvě jablka různých velikostí, můžeme minimálně s jistotou říct, které z nich bude těžší. Při poruše elektromotoru se takto dá z modelu a měřených napětí a proudů odhadovat například to, kolik závitů na statorovém vinutí je zkratováno. Aby to však fungovalo, je nejprve potřeba vytvořit dostatečně přesný model a k němu přiřadit vhodný algoritmus pro parametrickou estimaci,“ vysvětluje Zezula princip svých výpočtů.

Je to právě vysoká náročnost a komplexnost celé problematiky, která doktoranda lákala. Výhodou navržených algoritmů je relativně nízká výpočetní náročnost a vysoká spolehlivost. Nevýhodou je zdoluhavý vývojový proces.

„Neprobíhá to vždy hladce. Sedím spousty hodin v kanceláři a počítám něco, co obvykle ani spočítat nejde, protože pro daný problém neexistuje analytické řešení. Pak začnu rovnice zjednodušovat – jednou, dvakrát, třikrát. Je to iterativní proces, během kterého neustále selhávám, než se dostanu k funkčnímu řešení. Když se pak prokáže, že některé z algoritmů opravdu fungují i na experimentálním motoru v laboratoři, jsem z toho téměř překvapený,“ hodnotí Zezula.

Diagnostické algoritmy Zezula zatím navrhl pro zkraty v jednom z fázových vinutí elektromotoru. Ve výzkumu by se ale chtěl nadále zaměřit na vývoj algoritmů i pro jiné typy poruch. „Teď zkoumám zkraty mezi závity na jednom vinutí, ale dá se to rozšířit i na zkraty mezi fázemi. Přemýšlím také, jak tuto úzce profilovanou odbornou věc zkombinovat s jinými přístupy tak, aby se zvýšila spolehlivost a

včasnost diagnostiky,“ uzavírá.

<https://www.zvut.cz/lide/-f38102/poruchy-motoru-u-elektromobilu-dokazou-odhalit-matematicke-algoritmy-z-vut-d242637>