

Dénes István PhD tézisei

1. Tézis

Egy a kétcsatornás DC-DC konverter család kisjelű dinamikus viselkedését a frekvenciatartományon leíró lineáris modelljét készítettem el a család Buck, Buck & Boost és Boost konfigurációjára. A bemenő vagy vezérlő változók a kommutációs szög (a kondenzátor feszültség csúcserőértéke), a kapcsolási frekvencia és a bemenő feszültség. A kimenő változók a kimenő feszültség, és a vezérelt esetben a kondenzátor csúcshőfeszültsége. A kisjelű modell átviteli függvények formájában áll rendelkezésre. A modelleket mind szaggatott (DCM) mind folytonos (CCM) áramvezetésű üzemiállapotra dolgoztam ki. Az elméleti eredményeket mind szimulációs, mind mérési eredménnyel támasztottam alá. Ezeket a lineáris modelleket felhasználtam a kettes és a négyes tézispontban is.

2. Tézis

Elkészítettem a konverter energiamérlegén alapuló nemlineáris modelljét. A modell a konverter család dinamikus viselkedését írja le az időtartományban nagy és kisjelű változások, továbbá szaggatott és folytonos áramvezetés esetén. A nemlineáris modellt a bemenő változók négyzet jelalakú perturbálásával ellenőriztem. A nemlineáris modell eredményeit összevettem a lineáris modell, továbbá a szimulációs és mérési eredményekkel a vezérlőváltozók mind kis-, mind nagyjelű perturbálása esetén. Az eredményeket dinamikus minőségi változók - mint a kimenő feszültség változásának a sebessége, kimenő feszültség-, tekercsáram túllövés – és statikus minőségi változók –mint a kimenő feszültség statikus hibája- segítségével értékeltem. A szimulációs és teszt eredmények igazolják, hogy a nemlineáris modell pontosan közelíti a konverterek állandósult állapotbeli működését, és a dinamikus viselkedés közelítése is megfelelő abban az esetben, ha a modell alkotásakor támasztott feltételeket (mint például a kimenő feszültség egy kapcsolási periódusban vett állandósága) betartjuk..

3. Tézis

Egy többállású feszültség szabályozást terveztem a Buck & Boost konverterhez. Erre a szabályozásra a későbbiekben bang-bang szabályozás néven hivatkozom. A tervezett szabályozási algoritmus egy kompromisszumos megoldás két egymással szembenálló minőségi követelmény – a kimenő feszültség kis hullámossága és a gyors dinamika - figyelembevételével. A beavatkozó jel a kapcsolási frekvencia, amelyet egy alsó és egy felső érték között változtatunk, míg a kondenzátor feszültséget egy előre definiált értéken tartjuk. A kondenzátor feszültség csúcserőértékét és a kapcsolási frekvencia alsó értékét egy táblázat (look up table) segítségével, a terhelés és a kimenő feszültség referencia értékének függvényében, a támasztott minőségi követelmények figyelembevételével választja ki a szabályozás. A bang-bang szabályozású Buck & Boost konverter kimenő feszültség hullámosságának, illetve a feszültség átlagértékének a referencia értéktől vett eltérés meghatározására közelítő számításokat dolgoztam ki. A számítási eljárás helyességét a számítógépes szimuláció eredményeivel igazoltam. Ezek az eredmények igazolták továbbá, hogy a szabályozás megfelel az általunk támasztott szigorú minőségi követelményeknek.

4. Tézis

Az erősen nemlineáris Buck & Boost konverter egy zárt hurkú szabályozását vizsgáltam. A szabályozás tervezéséhez a konverter névleges munkapontban vett

kisjelű linearizált modelljét használtam fel. A tervezett szabályozást ezután a működési tartomány határain is ellenőriztem. A kör terhelés és bemenő feszültség változására vonatkozó robusztusságának meghatározására mennyiségeket vezettem be. A vizsgálat eredményeként megállapítható, hogy az induktív terhelésű szabályozott konverter lényegesen robusztusabb viselkedést mutat az ohmos terhelésű változathoz képest. A robusztusság javítására egy adaptív szabályozást javasoltam. Az új szabályozás ohmos terhelési esetben is javított a kör dinamikáján, azt egységesebbé téve a teljes működési tartományon.