

Propozycja pracy dyplomowej

EiT/2 2011 98

Temat

Pomiar i zastosowania ładunku bramki polowych tranzystorów mocy
Measurement and applications of power field-effect transistors gate charge

Opiekun, opiekun dodatkowy

dr inż. Łukasz Starzak

Cel, geneza i zakres pracy

Celem pracy jest przeprowadzenie badań nad ładunkiem bramki polowych tranzystorów mocy oraz zastosowaniami tego parametru w projektowaniu obwodów sterownia dla przekształtników impulsowych.

Poszczególne składniki ładunku bramki są parametrami polowych tranzystorów mocy o dużym znaczeniu praktycznym dla projektantów układów elektronicznych. Pozwalają one oszacować czasy przełączania – a stąd również moc strat dynamicznych i stromości narastania prądu i napięcia – jak również wartości prądu bramki – a więc odpowiednio zaprojektować obwód sterowania. Prototypowy układ do pomiaru tych parametrów metodą ataku prądowego został opracowany w Katedrze w ramach wcześniejszych prac.

Pracę należy rozpocząć od optymalizacji projektu prototypowego i jego wykonania w postaci docelowej. Szczególną uwagę należy zwrócić na minimalizację elementów pasożytniczych, łatwy i jak najdokładniejszy pomiar prądów (szczególnie bramki) i napięć oraz możliwość zmiany badanego tranzystora; układ powinien pracować bezpiecznie z napięciami do 600 V. Pierwszy etap badań dotyczyć będzie wpływu parametrów przełączania (prąd przewodzenia, napięcie blokowania, prąd bramki) na składowe ładunku bramki. Na podstawie wyników pomiarów dla kilkunastu różnych tranzystorów (przede wszystkim MOSFET, ale również kilku IGBT) należy wyznaczyć uniwersalne zależności empiryczne, które mogłyby posłużyć do prognozowania ładunku na podstawie charakterystyki katalogowej, w innych niż nominalne warunkach pracy.

Drugi etap badań skoncentrowany będzie na możliwych zastosowaniach ładunku bramki w rzeczywistych konfiguracjach pracy i z rzeczywistymi obwodami sterowania; proponuje się ograniczyć rozważania do klucza dolnego z obciążeniem rezystancyjnym i z obciążeniem indukcyjnym (co odpowiada przetwornicy dławikowej obniżającej napięcie), oraz do typowego sterownika bramki z wyjściem przeciwsobnym (totem-pole). Na podstawie wyników pomiaru i analiz teoretycznych (w tym z literatury), należy wyznaczyć uniwersalne zależności łączące odpowiednie składniki ładunku bramki z: (1) prądem bramki w poszczególnych etapach przełączania i na tej podstawie mocą sterowania; (2) czasami przełączania i na tej podstawie energią/mocą strat oraz stromością prądu i napięcia. W analizie należy też uwzględnić rozważaną wcześniej zależność ładunku od parametrów przełączania. Wyniki należy porównać z otrzymywanymi z wykorzystaniem zależności opartych na pojemnościach tranzystora – z wykorzystaniem wartości katalogowych, jak również obliczonych ze zmierzonych charakterystyk ładunku (z użyciem podejść opisanych w literaturze). Na tej podstawie sformułować wnioski na temat przydatności podejścia ładunkowego i pojemnościowego. Do celu badań w drugim etapie pracy konieczne będzie zaprojektowanie i skonstruowanie, w formie podobnej do układu ataku prądowego, odpowiednich układów (lub jednego uniwersalnego) z wymiennymi elementami.

Pożądane umiejętności na poziomie programu studiów

Obsługa aparatury laboratoryjnej. Projektowanie i konstrukcja układów elektronicznych.

Podstawowa literatura

Olszewska E.: *Układ do pomiaru ładunku bramki tranzystorów mocy metodą ataku prądowego*. Praca dyplomowa inżynierska. Politechnika Łódzka, 2011.

Baliga B.J.: *Fundamentals of Power Semiconductor Devices*. Springer, 2008.

Salem T.: *Buck Converter Controllable Switch*. EE320 Introduction to electrical engineering. USNA, 2011.

Young S. et al.: *Switching Loss Estimation of High Voltage Power MOSFET in Power Factor Correction Pre-regulator*. APEC, 2011.

Melito M. et al.: *STripFETTM III and optimal choice of MOSFETs in high current VRMs*. Application Note AN1730. STMicroelectronics, 2003.

Bai Y.: *Optimization of Power MOSFET for High-Frequency Synchronous Buck Converter*. PhD Thesis. Virginia Polytechnic Institute, 2003.

Zasady finansowania

Wykonanie płytek drukowanych w Katedrze, wykorzystanie dostępnych elementów. Finansowanie brakujących elementów pod warunkiem zgłoszenia zapotrzebowania z odpowiednim wyprzedzeniem i w odpowiedniej formie. Układ pozostanie własnością Katedry.