

Elektryfikacja jest kluczowym czynnikiem zrównoważonego rozwoju społeczeństwa. Dlatego też inteligentny system energetyczny (ang. smart grids) nowej generacji jest niezbędny do przyspieszenia transformacji energetycznej. Aby osiągnąć ten cel, transformator półprzewodnikowy (SST) został uznany za potencjalną technologię, która może zastąpić tradycyjny transformator dystrybucyjny niskiej częstotliwości, przynosząc korzyści takie jak zmniejszenie objętości i masy oraz dodatkowe funkcjonalności dla systemów energetycznych niemożliwe do osiągnięcia w klasycznych rozwiązaniach. W niniejszej pracy przedstawiono koncepcję w pełni modułowej architektury, dzięki której system SST stanie się technologią umożliwiającą rozwiązanie wielu problemów związanych z rozproszoną siecią dystrybucyjną. Ponadto, zdefiniowano najbardziej odpowiednie topologie przekształtników energoelektronicznych, określając ich podstawowe wymagania dla wdrożenia do SST o wysokiej niezawodności, zdolności do zapewnienia komunikacji pomiędzy elementami inteligentnego systemu energetycznego oraz efektywnego zarządzania przesyłem energii w podsystemie elektroenergetycznym. W pracy dokonano obszernego przeglądu literatury i wskazano najbardziej obiecujące architektury i topologie przekształtników energoelektronicznych dla przyszłego rozwoju SST. Typowa architektura SST składa się z trzech stopni przetwarzania energii: wejściowego średniego napięcia (MV), izolacyjnego (MV/LV) i wyjściowego niskiego napięcia (LV). Z jednej strony dobrze znane topologie np. Modular Multilevel Converter (MMC) pozwalają na łatwą implementację stopnia MV, ale z drugiej strony, stopień LV wymaga dużej wydajności prądowej, gdzie zwykle stosuje się połączenie równoległe modułów co nie jest stosowane w zastosowaniach MMC. W związku z tym konieczne jest rozważenie podejścia opartego na podstawowych jednolitych blokach konstrukcyjnych (modułach), w celu zarządzania zarówno wejściowym stopniem średniego napięcia (MV), wyjściowym stopniem dla niskiego napięcia (LV) wymagającym dużego prądu jak i stopniem izolacyjnym (MV/LV). To modułowe podejście oferuje nie tylko redundancję w przypadku awarii, ale skalowalność w zakresie napięcia i mocy, możliwość zastosowania elementów o obniżonym napięciu znamionowym, poprawę efektywności energetycznej oraz poprawę niezawodności poprzez odpowiedni rozdział mocy pomiędzy moduły. Ponadto, konstrukcja modułowa umożliwia zmniejszenie kosztów utrzymania dzięki szybkiej ich wymianie, standaryzacji w projektowaniu oraz produkcji. Zaproponowana równoległa praca modułów w przekształtniku MMC po stronie niskiego napięcia w zastosowaniu do SST, może być rozważana dla dwóch typów struktur połączeń tj. wspólnego oraz oddzielnych źródeł

napięcia. W obu konfiguracjach występuje niepożądany prąd (ang. cross-circulating current), który przepływa pomiędzy równolegle połączonymi modułami SST wpływając niekorzystnie na pracę układu. W związku z tym w niniejszej rozprawie opracowano model MMC z równolegle połączonymi modułami bazując na konfiguracji z oddzielnymi źródłami napięcia, w celu umożliwienia dokładnej analizy systemu i zaproponowania układu sterowania eliminującego skutki niepożądanego przepływu prądu pomiędzy modułami. Jest to o tyle ważne, że niektóre powszechne przyczyny występowania wspomnianego niepożądanego prądu takie jak: asymetria napięcia zasilania modułów i rozrzut parametrów użytych komponentów mogą prowadzić do chwilowych zaburzeń w pracy układu.