

Obecnie zasilanie odbiorników prądu stałego z sieci prądu przemiennego najczęściej realizowane jest poprzez przekształtniki energoelektroniczne - prostowniki (AC/DC), które zamieniają prąd przemienny na prąd stały. W ostatnich latach zdecydowanie wzrasta zapotrzebowanie na energię elektryczną a także pojawiają się też nowe źródła/odbiorniki energii w systemie jak np. farmy wiatrowe, panele fotowoltaiczne, szybkie ładowarki baterii samochodów elektrycznych czy też magazyny energii. Rośnie też moc układów i w celu zmniejszenia strat przewodzenia zwiększa się poziom napięcia, co obniża wartość skuteczną przewodzonego prądu. Podobny trend jest widoczny w dzisiejszej energoelektronice, gdzie dąży się do przekształcania coraz wyższych napięć aby zwiększyć sprawność przekształcania energii elektrycznej.

W przypadku prostowników pobierających energię z sieci średniego napięcia AC (MVAC), wyróżnić można dwa główne rozwiązania – obniżenie napięcia poprzez masywny i drogi transformator pracujący z częstotliwością sieci, a następnie użycie niskonapięciowych przekształtników AC/DC. Drugim podejściem jest zastosowanie rozwiązania dwustopniowego – najpierw stosuje się średnionapięciowy prostownik AC/DC zapewniający pobór sinusoidalnych prądu sieci a następnie izolowany przekształtnik prądu stałego na prąd stały (DC/DC). Oba wspomniane przekształtniki są przełączane w wysoką częstotliwością co uniemożliwia osiągnięcie bardzo wysokiej sprawności przekształcania energii, a jednocześnie niezawodność takiego rozwiązania jest niska.

Doświadczenie i wcześniejsze prace wnioskodawców dotyczące zarówno przekształtników umożliwiających przekształcanie średnich napięć jak i systemów energoelektronicznych AC/DC wykazały, że istnieje alternatywne rozwiązanie przekształtnika AC/DC współpracującego bezpośrednio z siecią średniego napięcia określane jako układ quasi-jednostopniowy. Rozwiązanie to jest zbliżone do dwustopniowego prostownika AC/DC. Istotną różnicą jest jednak to, że prostownik nie jest przełączany z wysoką częstotliwością łączeń, a pobór sinusoidalnego prądu z sieci zapewniany jest poprzez odpowiednie wysterowanie izolowanego przekształtnika DC/DC. Dzięki temu straty mocy w prostowniku są znacząco ograniczone (wyższa sprawność przekształcania energii) i jednocześnie niezawodność takiego rozwiązania jest wyższa, niż przekształcania dwustopniowego. Co więcej, w porównaniu z drugim konwencjonalnym podejściem wyeliminowany jest problematyczny transformator. Z drugiej strony, kluczowym, do poprawnego działania całego prostownika jest stopień DC/DC, którego warunki pracy są bardzo wymagającego dla tego typu przekształtników.

W związku z tym celem niniejszej pracy jest opracowanie quasi-jednostopniowego prostownika PFC, umożliwiającego bezpośrednią współpracę z siecią MVAC. Opracowane rozwiązanie będzie mogło być następnie z powodzeniem wykorzystywane w takich aplikacjach jak odnawialne źródła energii, baterijne magazyny energii, szybkie ładowarki baterii samochodów elektrycznych czy jako układ pośredniczący pomiędzy sieciami AC i DC co przyczyni się do rozwoju elastyczności i niezawodności systemów elektroenergetycznych.

Prace w projekcie zostaną podzielone na trzy główne obszary: badania nad topologiami i metodami sterowania stopnia AC/DC, badania nad topologiami i metodami sterowania stopnia DC/DC, a także nad oceną pracy w stanach awaryjnych i niezawodnością całego systemu. Dzięki temu możliwym będzie znalezienie optymalnego rozwiązania dla opracowania prostownika PFC, a także zapewnienia wysokiej niezawodności całego systemu. Pierwszy etap badań skupi się nad analizami teoretycznymi, opisem matematycznym oraz weryfikacją symulacyjną zaproponowanych rozwiązań. Następnie zostanie zbudowany skalowalny model laboratoryjny przekształtnika AC/DC współpracujący z siecią MVAC, który umożliwi potwierdzenie wcześniejszych badań i analiz, a także wysokiego stopnia niezawodności systemu.

W literaturze odnaleźć można jedynie pojedyncze prace nad quasi-jednostopniowym przekształcaniem energii elektrycznej, przy czym autorami niektórych z nich są wnioskodawcy. Co więcej prace te dotyczyły jedynie systemów pracujących przy niskich napięciach i mocach. Innowacyjność badań będzie polegała na opracowaniu quasi-jednostopniowego przekształtnika AC/DC współpracującego z siecią MVAC, co dotychczas nie było badane i analizowane przez społeczność naukową. Zespół wnioskodawców posiada znaczne doświadczenie w opracowywaniu przekształtników energoelektronicznych pracujących z zakresie średnich napięć, przekształtników AC/DC, a także izolowanych przekształtników DC/DC. W związku z tym cele stawiane w projekcie są możliwe do osiągnięcia.