

Tham Xuan Nguyen

Tytuł rozprawy doktorskiej:

Poprawa efektywności energetycznej izolowanych mikrosieci elektroenergetycznych poprzez optymalne rozmieszczenie źródeł rozproszonych z regulowanym statyzmem

Streszczenie:

Mikrosieci autonomiczne (izolowane, tryb wyspowy mikrosieci), w dążeniu do doskonałości energetycznej, stanowią istotną część nowoczesnego systemu elektroenergetycznego i wspierają wizję odpornych i zrównoważonych infrastruktur przyszłości.

Zintegrowane generatory rozproszone (DG) z regulowanym statyzmem (sterowane uchybem, ang. Droop Control) wymieniają się energią elektryczną w trybie autonomicznym. Wykorzystują algorytm sterowania określony przez funkcje f/P czy V/Q w układach regulacji i mogą być również stosowane w mikrosieci AC, w której zintegrowanych jest wiele przekształtników energoelektronicznych. Taki algorytm sterowania sprawia, że generatory rozproszone same mogą regulować napięcie i częstotliwość mikrosieci, podczas gdy pracuje ona w trybie wyspowym.

W literaturze opisanych jest wiele algorytmów sterowania dla pracy autonomicznej mikrosieci, takich jak sterowanie zorientowane napięciowo, zaimplementowane w stacjonarnym lub wirującym układzie współrzędnych i zapewniające zasilanie węzłów odbiorczych oraz bezpośrednio sterowanie mocą z modulatorem wektorowym lub sterowanie predykcyjne. Konieczne jest osiągnięcie dokładnych i niezawodnych metod do badania strategicznego pozycjonowania (lokalizacji) generatorów rozproszonych z regulowanym statyzmem po to, by efektywnie zmniejszać straty mocy i energii. By rozwiązać to zagadnienie, zastosowano podejście z wykorzystaniem ewolucji różnicowej (ang. *Differential Evolution* - DE) oraz algorytmu Honey Badger w połączeniu ze zmodyfikowaną metodą rozptywu mocy (ang. *Modified Backward-Forward Sweep* -MBFS).

Zmodyfikowana metoda rozptywu mocy (MBFS) jest metodą numeryczną używaną do określenia rozptywu mocy w sieci elektroenergetycznej i identyfikowania optymalnych punktów pracy. Przepływ wsteczno-przód jest techniką obliczeniową, która sprawdza, czy równania rozptywu mocy wraz z ograniczeniami systemowymi, są spełnione dla każdego węzła i gałęzi sieci elektroenergetycznej, zaczynając od węzłów odbiorczych, poruszając się wstecz do źródła (węzły generatorowe), a następnie ponownie do przodu. Zmodyfikowane

metody MBFS, czyli rozszerzenie konwencjonalnej metody wsteczno-przód, ma na celu poprawę dokładności i szybsze uzyskanie jej zbieżności.

Generatory rozproszone o kompaktowych rozmiarach są preferowane do instalacji w mikro sieci zarówno w trybie pracy synchronicznej, jak i wyspowej, ze względu na korzyści ekonomiczne i techniczne. W trybie pracy wyspowej mikro sieci, DG kontrolują częstotliwość i amplitudę napięcia mikro sieci w granicach ich zmienności określonych w instrukcjach ruchowych. Istniejące rozwiązania algorytmów sterowania równoległej pracy wielu przekształtników energoelektronicznych w rozporoszonej sieci elektroenergetycznych to: sterowanie zcentralizowane, sterowanie typu Master – Slave, sterowanie wartością średnią prądu oraz sterowanie statyzmem.

Zastosowanie sterowania DG opartych na regulowanym statyzmie, zintegrowanych w mikro sieci w trybie wyspowym, znacząco przyspiesza rozwój doskonałości energetycznej poprzez eliminację przerw w dostarczaniu usług energetycznych klientowi oraz maksymalizację efektywności energetycznej, a także minimalizację kosztów usług elektroenergetycznych przez optymalną i ciągłą integrację przyjaznych środowisku lokalnych zasobów energii z systemem elektroenergetycznym. Dodatkowo zmienność lokalnego obciążenia w czasie wraz z odpowiednią mocą wyjściową źródeł DG z regulowanym statyzmem w trakcie pracy, wpływa na jakość energii elektrycznej i regulację napięcia systemu oraz efektywne wykorzystanie energii.

W związku z tym niniejsza praca skupia się na opracowaniu optymalnego planowania DG z regulowanym statyzmem z rozwiniętą strukturą hierarchiczną w izolowanej mikro sieci, a mianowicie odpowiednich parametrów elektrycznych i rozmieszczenia za pomocą nowoczesnych metodologii, takich jak metoda przepływu mocy MBFS oraz algorytmy metaheurystyczne oparte na technikach ewolucji różnicowej i Honey Badger. Głównym celem jest zmniejszenie strat przesyłowych i utrzymanie normatywnych wartości napięć węzłowych i prądów gałęziowych.

Liczba i rozmieszczenie DG wpływają na zakres ograniczenia traconej mocy w sieciach dystrybucyjnych. Dlatego niniejsza praca bada również wpływ lokalizacji instalacji wielu DG z regulowanym statyzmem w mikro sieci wyspowej, uwzględniając zmienne w czasie obciążenie i mając na celu minimalizację traconej energii i poprawę profilu napięciowego testowej mikro sieci. W tym celu wykorzystuje się proponowane metodyki składające się z metody przepływu obciążenia MBFS i techniki ewolucji różnicowej do rozwiązania wyżej wymienionego problemu.

Osiągnięte wyniki symulacji dostarczają dowodów na wydajność i wyższość sugerowanych technik w porównaniu z istniejącymi wynikami prac badawczych.

Wrocław, 15. 02. 2024

(place, date)

Arham

(signature of the doctoral student)