

Rozproszone źródła energii (DER) są uważane za niezbędne do osiągnięcia społeczeństwa o zerowej emisji dwutlenku węgla. Kluczową technologią integracji masowych DER jest mikrosieć (MG), która odpowiada lokalnemu systemowi zasilania zdolnemu do pracy w trybie wyspowym lub podłączonym do głównej sieci dystrybucyjnej. MG może zarządzać swoimi lokalnymi DER. MG jest uważany za alternatywę dla konwencjonalnego dużego systemu energetycznego, który dostarcza energię elektryczną za pośrednictwem długodystansowych linii przesyłowych.

Ogólnie rzecz biorąc, MG działa w trybie podłączonym do sieci, tj. podłączonym do sieci dystrybucyjnej. Gdy wystąpią pewne ekstremalne zdarzenia (np. klęski żywiołowe), MG może zostać odłączony od sieci dystrybucyjnej i (jeśli to możliwe) ponownie połączony z sąsiednimi MG w celu utworzenia klastra MG. Klastr MG znacznie poprawia odporność system zasilania, umożliwiając MG dzielenie się energią ze swoimi odpowiednikami w celu zrównoważenia obciążenia klastra.

W przeciwieństwie do konwencjonalnych generatorów na paliwa kopalne (np. mikroturbin), DER są zintegrowane z MG za pośrednictwem przekształtników energoelektronicznych. Układy energoelektroniczne mają jednak z punktu widzenia sieci elektroenergetycznej pewne wady, takie jak niska bezwładność, ograniczony udział prądu zwarciovego, podatność na zmiany impedancji sieci oraz zaburzenia napięcia jak również złożoność sterowania, co powoduje problemy z kontrolowaniem i stabilnością MG. Ogólnie rzecz biorąc, MG z wysokim poziomem penetracji energoelektroniki jest wrażliwy, ponieważ każde małe zakłócenie może doprowadzić do awarii sieci elektroenergetycznej na dużą skalę. Podatność ta jest jeszcze większa w przypadku klastra MG o wysokiej penetracji energoelektroniki, ponieważ zakłócenie w jednym MG może łatwo rozprzestrzenić się na inne MG i spowodować awarię całego system zasilającego. W związku z tym konwencjonalny model, sterowanie i metody działania nie mogą być zastosowane w klastrze MG, ponieważ nie uwzględniają one wszystkich aspektów układów energoelektronicznych.

Celem naukowym tego projektu jest zbadanie i zaproponowanie zaawansowanych algorytmów sterowania na poziomie przekształtnika mocy, poziomie MG i poziomie klastra MG, które pozwolą na bezpieczną i stabilną pracę klastra MG o wysokiej penetracji energoelektroniki w zmiennych warunkach działania sieci elektroenergetycznej i obciążenia.

Aby osiągnąć cel naukowy, projekt został podzielony na cztery kluczowe zadania, podsumowane poniżej:

- a) W ramach pierwszego zadania opracowane zostaną **zaawansowane modele** przekształtników energoelektronicznych dla MG w oparciu o typowe i dobrze znane algorytmy sterowania. Modelowanie zostanie następnie rozszerzone na poziom MG, a także poziom klastra MG. Ponieważ MG może składać się z kilku przekształtników energoelektronicznych, z których każdy ma własne algorytmy sterowania, ostatecznym celem tego zadania jest opracowanie modeli zredukowanego rzędu, które zostaną wykorzystane do analizy stabilności.
- b) Na podstawie analizy stabilności klastra MG w oparciu o dobrze znane układy regulacji, w drugim zadaniu opracowane zostaną nowe algorytmy sterowania dla przekształtnika energoelektronicznego, MG i klastra MG. Różne algorytmy sterowania zostaną przetestowane w celu zapewnienia skalowalności, odporności i zdolności adaptacji w różnych scenariuszach operacyjnych, zwiększając stabilność i wydajność badanego systemu.
- c) Zazwyczaj kontrola stabilności i działanie tradycyjnych układów MG to dwa niezależne zadania. Trzecie zadanie ma na celu włączenie ograniczeń stabilności do modelu operacyjnego MG, zapewniając wystarczające marginesy regulacji dla MG z wysoką penetracją układów energoelektronicznych.
- d) Wreszcie, zadanie czwarte koncentruje się na weryfikacji modelowania, sterowania i działania klastra MG za pomocą układów laboratoryjnych o mniejszej mocy. Polski zespół skupi się na eksperymentalnej weryfikacji działania i stabilności pojedynczego hybrydowego MG. W tym samym czasie, Chiński zespół skupi się na zagadnieniach stabilności i zarządzaniu klastrami MG.

Projekt badawczy zapewni kluczowe wsparcie dla istotnych kwestii teoretycznych i metodologicznych, które należy rozwiązać w dynamicznej analizie ilościowej i kontroli stabilności klastrów MG, takich jak:

- a) Ustanowienie dynamicznej/przejęciowej ujednoliconej metody modelowania obejmującej poziom energoelektroniki, MG i klastrów MG.
- b) Zaproponowanie skutecznych strategii sterowania na różnych poziomach, w tym na poziomie energoelektroniki, hybrydowych AC-DC MG i wieloagentowych klastrów MG.
- c) Skonstruowanie modelu operacyjnego uwzględniającego ograniczenia stabilności dla klastrów MG w ramach zwiększania odporności.