

学位論文及び審査結果の要旨

氏名 Hossam Aboelsoud Eid Elhassaneen
学位の種類 博士(工学)
学位記番号 理工博甲第59号
学位授与年月日 令和4年9月16日
学位授与の根拠 学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名 理工学府・数物・電子情報系理工学専攻
学位論文題目 Hierarchical operation and control of DC microgrids using PSO
(和訳: PSOを用いたDCマイクログリッドの階層型運用制御手法)

論文審査委員	主査	横浜国立大学	准教授	辻 隆男
		横浜国立大学	教授	藤本 康孝
		横浜国立大学	教授	赤津 観
		横浜国立大学	准教授	下野 誠通
		横浜国立大学	准教授	中田 雅也

論文及び審査結果の要旨

カーボンニュートラルに向けて、エネルギー利用の一層の効率化が求められている。データセンターに代表されるように、今後直流機器による電力需要の増加が予見される中で、直流マイクログリッドによる高効率な配電システムの適用拡大が期待されている。直流マイクログリッドの運用制御においては、複数の電力変換器間で適切に協調を取りながら系統各地の電圧や電流を安定化することが重要な課題となる。理想的には負荷等の系統条件の変化に合わせて都度運用制御の最適化を行うことが有効であるが、大規模システムになるほど演算に長時間を要するため、現実的な時間の範囲で効率的に機能できる運用制御方式の確立が求められる。本学位論文ではこのような観点から、直流マイクログリッドで生じた負荷変動に即応して電圧変動を抑制する一次制御、電圧や電流の違反を解消する二次制御、さらに発電コストの最小化を目指す三次制御を組み合わせた階層的な運用制御方式に着目し、その高機能化に関する検討が行われている。

まず、第2章および第3章では、文献調査結果に基づいて2電源および2負荷から成

る直流マイクログリッドのモデルが定義されている。電源側の電力変換器は平均値モデルにより表現され、その制御方式として PID 制御が想定されている。一次制御は PD 論理となっており、その制御ゲインが適切で無ければ電圧の不安定化が懸念されるため、第 4 章と第 5 章では PSO を用いた制御ゲインの最適運用方式が提案されている。特に、常時変動し続ける負荷に対して良好な固有値が維持されるように、オンラインでの適用方法が提案されている。探索が局所最適解に収束することを避けるために、ランダムに移動する粒子を混在させることで局所探索と広域探索の両方の機能を維持し続ける提案となっている。

一次制御により電圧安定化が達成された場合でも、平衡点において電圧や電流が制約違反を生じている可能性がある。この違反を解消すると共に、より安価な電源を活用することで全体の運用コストを下げるための制御方式として、第 6 章では二次制御と三次制御が提案されている。近傍に位置する複数の電源間で電圧や限界費用に関する情報を交換し、変換器の出力電圧の目標値を積分論理で調整することで、上記目的の達成を目指す方式となっている。最後に第 7 章では、全体の総括と今後の展望が述べられている。

以上の通り、本学位論文は直流マイクログリッドにおける新しい運用制御技術に関する知見を与えるものであり、博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認められる。