

DSP 制御による情報通信用アクティブフィルタに関する研究

長崎大学大学院 生産科学研究科 押方 哲也

近年パワーエレクトロニクス分野で、高調波という言葉がよく聞かれるようになってきた。これは、近年の情報通信システムの大容量化に伴い、高調波障害が問題となってきたからである。また、高調波電流が多くなると、力率の低下につながり、配電設備の使用率が低くなってしまふ。そのため、特に通信用電源には、高調波対策の要求が増えてきている。また、電源の制御性向上の観点からデジタル制御の必要性も高まってきている。デジタル制御のメリットとしては、

- ①制御定数が数値として与えられるため、経年変化がない。
 - ②制御定数のばらつきがないため、調整箇所数を減らせる。
 - ③制御性が向上し、負荷変動等に強い電源を設計できる。
 - ④運転開始・停止などの指令をデジタル通信回路で容易に行うことができる。
- などがあげられる。

第1章では、高調波対策とデジタル制御について触れ、昇圧チョッパによる高調波対策回路とそのデジタル制御の必要性について明らかにする。

第2章では、単相部分共振形アクティブフィルタを提案し、DSPを用いたデジタル制御の制御性を理論的に明らかにする。本アクティブフィルタは、新しい部分共振回路を採用し、高効率低ノイズも実現している。また、静特性、動特性について実験的考察を行い、デジタル制御回路の制御パラメータと出力電圧安定化特性、入力力率、交流入力電流の歪率、系の安定限界および過渡応答との関係について明らかにする。さらに実験により、高効率、高力率、低THDなどを確認する。

第3章では、第2章で使用した部分共振回路について、詳しい解析を行う。回路中のスイッチの状態などから、共振回路の動作を3つの期間に区切り解析を行う。提案している部分共振回路は、主スイッチが電圧共振スイッチング(ZVS)で動作するだけでなく、共振スイッチも電流共振スイッチング(ZCS)で動作するため、高効率低ノイズを実現している。この共振回路は単相入力回路だけでなく、三相入力回路にも使用可能である。さらに解析結果をもとに、この共振回路の設計方法を示す。

第4章では、三相部分共振形アクティブフィルタについて述べる。近年の情報通信システムの大容量化に伴い、より容易に大出力を取り出せる、三相入力への要求が高まっている。本章では、まず三相アクティブフィルタのオン幅解析を行う。その結果、三相アクティブフィルタの各主スイッチのオン幅は、入力チョークなどの値に依存せず、入出力電圧の簡単な関数になることを示す。

また、部分共振動作後の各主スイッチのシーケンスを検討し、三相アクティブフィルタに要求されるシーケンスを明らかにする。これらの検討結果をもとに三相入力電圧 200V、出力電圧 350V、出力電流 7.1A の三相部分共振形アクティブフィルタをデジタル制御化し、アナログ制御と実験により性能比較を行う。その結果、力率や THD、高調波はほとんど差がみられなかった。しかし、動的負荷変動では、アナログ制御では出力電圧に振動が発生し、その電圧変化幅も 40V であった。一方デジタル制御では出力電圧に振動はみられず、電圧変化幅も 10V と、アナログ制御時の 1/4 であった。さらに、静的負荷変動では、アナログ制御が 10V 有るのに対し、デジタル制御では実質的に 0V であり、提案しているデジタル制御がアクティブフィルタの特性向上に寄与していることを示した。動的および静的に出力電圧の変動が小さいことは、アクティブフィルタの後段に接続される DC/DC コンバータの設計自由度が増し、システム全体の高効率化につながる。また、アナログ制御ではボリュームによる調整箇所が 3 カ所あったが、デジタル制御では不要となった。これは、デジタル制御では、アナログ制御の部品定数ばらつきに相当するものが無いためである。

第 5 章では、本研究報告の内容をまとめ、本研究の将来性と今後解決すべき課題について記述している。