

単相系統連系インバータの位相制御手法の開発について

1. 目的

近年のエネルギー供給不安や防災意識の高まりから、太陽光発電等の自然エネルギーを利用した発電の普及が拡大している。これらの発電は系統連系（電力系統への売電）を主な機能として行っているが、東日本大震災以後、単独運転（自立運転）機能を付加することが基本機能となっている。しかしながら自立運転の場合、安定した電力供給を行うことが困難である。そのため蓄電池を付加し、電力供給の安定化を図る手法がとられているが、そのほとんどが蓄電池との直流リンク接続が基本であるため、既存設備の交換が必要となりコストがかかる。また、蓄電池からの単独運転においては蓄電池放電容量に制限があるため、急変時における瞬間的な電力を供給することができない。これらの問題を解決する有効な手法として、交流側での並列使用によるバックアップ動作と考えるが、それに関連する製品は市場にない。

本研究では、単相の系統連系動作に必要な同期位相検出および制御方式について、瞬時電圧低下（瞬低）および高調波や歪みを多く含む電力系統にも影響を受けない新たな手法を開発することを目的とする。

2. 方法

交流での並列運転を行う場合には、同期位相制御が重要な技術となる。系統連系動作では、インバータは電流型として動作を行なうため、マイナーループは電流主体となる。

デジタル制御手法が一般的とされる近年においては、三相交流制御を行なう場合は座標変換技術（三相瞬時無効電力制御）が広く用いられる。三相交流での電力授受は直流としてとらえることができ、座標変換により得られた有効電流、無効電流成分を、エネルギー授受に必要な有効電力指令値と力率制御に必要な無効電力指令値の差分によるフィードバック制御を行うことで、目標とする出力を得ることが可能となる。ここで行なう座標変換においても同期検出から得られた位相情報は重要なファクターとなる。同期位相は系統電圧を検出し Phase Lock Loop (PLL) により位相情報の θ を得る。しかしながら PLL で得られた位相情報は演算処理を行なっている位相に対して、周期的に遅れた情報となる。また検出された電圧信号が歪みや高調波成分を多く含んで

いる場合、位相検出が誤動作を引き起こし位相外れによる過電流を引き起こす可能性が高い。

単相交流制御においては三相交流に用いる座標変換技術は適応できない。単相交流の場合、有効電力、無効電力の瞬時電力は直流ではなく、系統電力の 2 倍の周波数変動を伴う成分となるため、定量的な直流制御を行なうことができない。そのため制御内における電流制御指令値には、検出した電圧信号をそのまま指令値信号として用いるケースが多く、瞬低などの大きな電圧低下が発生した場合には位相外れを引き起こしやすい。本研究ではこれらに影響を受けない単相の同期位相制御技術として位相追従制御方式の原理を単相に適応させる理論を考案した。

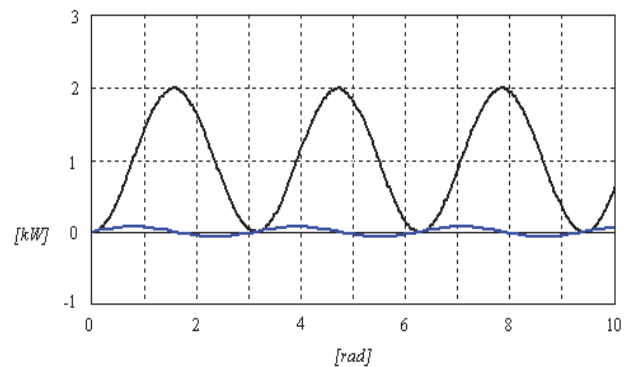


図 1. 単相 AC100V 1kW における有効電力/無効電力の瞬時電力波形

3. まとめ

本研究は、考案した制御原理についてシミュレーションにて検証を継続する。

さらに、制御検証のほか、試作実験などでは次世代半導体である SiC を用いての新しい取組みも合わせて実施していきたい。