

マイクログリッドにおける系統連系インバータの制御方法の検討

E09024 加曾利明彦

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

近年、化石燃料の枯渇問題、環境問題に対する意識の高まりなどから、自然エネルギーや再生可能エネルギーを利用する分散型電源の導入拡大が期待されている。しかし太陽光発電や風力発電などの分散型電源は、自然変動電源であり、出力が安定しないというデメリットを抱えている。このような自然変動電源を商用系統に多数連系すると、周波数や電圧といった電力品質の低下を引き起こす可能性がある^[1]。分散型電源はインバータを介して電力系統に連系されており、今後このような分散型電源の導入が進められると、インバータ同士またはインバータと回転型発電機が並列接続となって運転が行われる。本稿では、マイクログリッドにおける電力品質の維持を目的とした、系統連系インバータの制御方法を明らかにする。

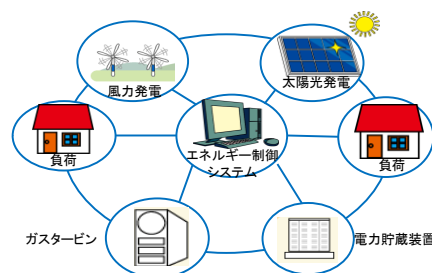


図1 マイクログリッド概略図

2. マイクログリッド

一般にマイクログリッドとは、需要地内にある複数の分散型電源を組み合わせることで制御し、電力の地域需給を可能とする小規模な電力供給網のことを指す。マイクログリッドのメリットとして、供給信頼度と電力品質を向上したシステムを構築できる可能性があること、電力系統に優しいシステムを構築できる可能性があることなどが挙げられる^[2]。マイクログリッドの概略を図1に示す。

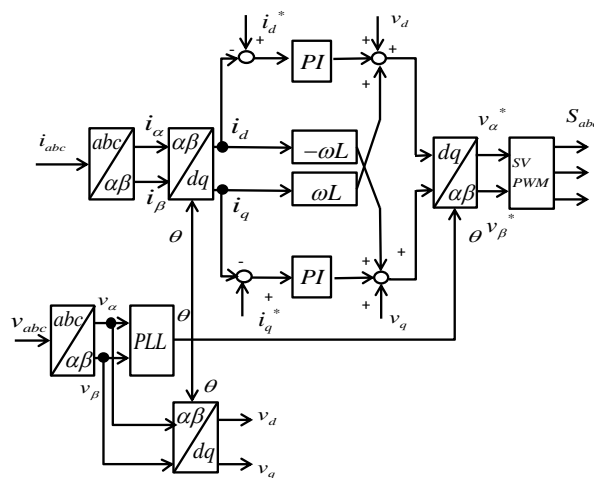


図2 電流制御器

3. インバータの制御方法

3.1 インバータモデル

今回実験を行うためのインバータの電流制御、電力制御、電圧制御のブロック図を、それぞれ図2、図3、図4に示す。

3.2 座標変換

インバータを制御する際、座標変換を行う必要がある。まず三相固定座標から二相固定座標に変換する三相二相変換を行う。さらに二相回転座標に変換する dq 変換を行う。これにより三相交流を直流量として扱うことができ、解析や制御を容易にすることができる。

3.3 PLL

系統連系インバータは電力系統と連系するために、電力系統と位相を同期する必要がある。PLL(Phase-locked loop)とは伝達信号をフィードバックすることにより、入力電圧信号と出力電圧信号の位相を同期させる回路である。PLLの構成を図5に示す。

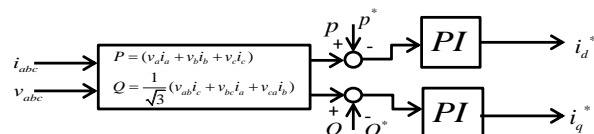


図3 電力制御器

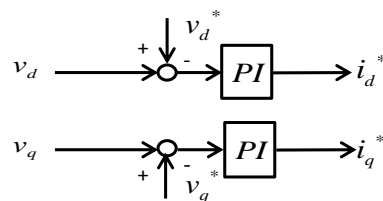


図4 電圧制御器

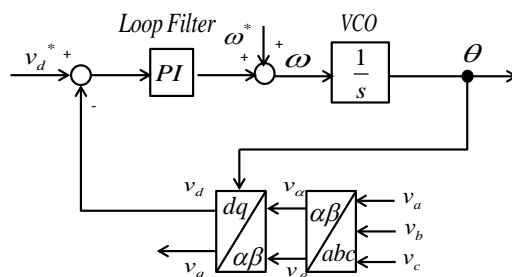


図5 PLL構成図

4. 実験による検証

インバータはMyWayプラス株式会社製のインバータユニットMWINV-1R022を使用する。実験の目的に合わせてプログラムを作成，インバータに組み込みをして実験を行う。

4.1 電力制御の実験

実験は図6に示す回路で行った。インバータへの入力電圧は150[V]，R値は133[Ω]，L値は100[mH]とした。制御PC上で電力指令値を変更した際に，インバータの出力電力が追従するプログラムを作成した。今回の実験では有効電力指令値を20[W]から100[W]に変更した。無効電力指令値は0[W]のまま変更しない。またPLLは用いずに，位相 θ はインバータ内部で生成したものを使用した。実験結果を図7に示す。有効電力指令値 P_{ref} の変化に対して，インバータの有効電力出力 P_o が追従して変化していることが，図7から確認できる。したがって電力制御は成功したと考えられる。

4.2 同期制御の実験

実験は図8に示す回路で行った。インバータへの入力電圧は200[V]，L値は50[mH]とした。インバータへの入力とは異なる電源の電圧をセンサで測定し，測定した電圧をインバータの出力電圧指令値とする。連系点には同期検定器を使用し，位相が一致したことを確認した後に回路を接続する。その際，インバータの制御プログラムを電圧制御から電力制御に切り替える。また200[V]で同期するが，インバータの出力電圧指令値は100[V]とし，変圧器を用いて200[V]に昇圧してから同期する。図9に連系点におけるインバータ側の実効値電圧波形を示す。図9の t_1 の時点でインバータから出力を開始する。インバータの出力電圧が100[V]になったら， t_2 で変圧器を用いて200[V]まで昇圧し， t_3 で同期した。その際の三相瞬時電圧を示す。図9と同様の t_3 の時点で回路を接続した。図9と図10から問題なく連系できていることがわかる。したがって，インバータからの出力と他の電源を連系することに成功したと考えられる。

5. まとめと今後の課題

今回示した実験を通じて，図2～5に示すインバータの制御が可能だと確認できた。また実際の系統連系インバータを模擬して，2つの電源を連系する制御方法について明らかにすることができた。今後の課題は，連系する発電機の供給量や負荷の変動に応じてインバータからの有効電力，無効電力の供給量を自動的に調整するシステムの開発である。それにより，さらなる電力品質の維持を可能とするシステムを構築する必要がある。

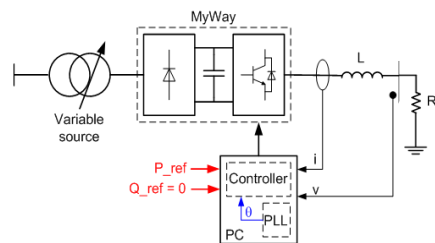


図6 電力制御の実験回路図

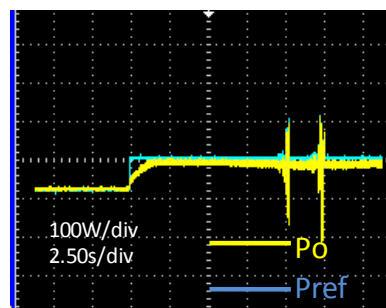


図7 電力制御の実験結果

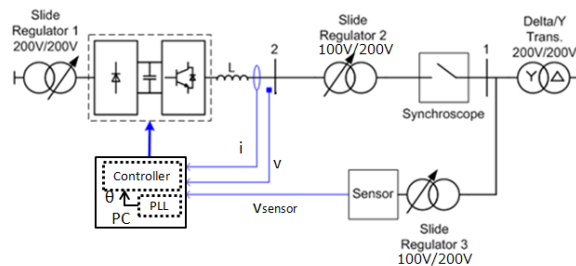


図8 同期の実験回路

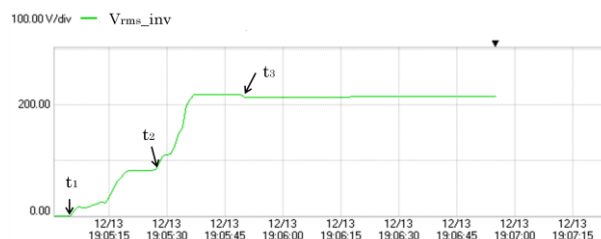


図9 同期実験のインバータ側の実効値電圧

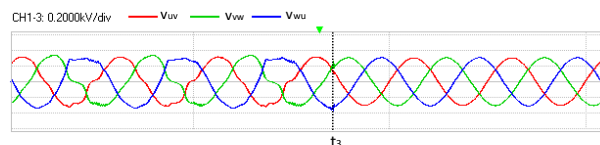


図10 同期実験の際の三相電圧

参考文献

- [1] 島陰豊成，内山倫行，鈴置保雄，角田二郎，加藤丈佳，「新エネルギーの普及を目的としたマイクログリッドにおける分散型電源の需給制御」，電気学会論文誌 B, Vol.128, No.1(2008)
- [2] 天満耕司，河野良之，下村勝，片岡道雄，合田忠弘，上坂真，「マイクログリッド自立運転時の電力品質維持手法の提案と開発」，電気学会論文誌 B, Vol.126, No.10(2006)