

マトリックスコンバータを用いた系統連系用ルータ機器の開発

学生員 鎌倉 輝男（東京農工大学） 非会員 林 健太郎（東京農工大学）
会 員 黒川 浩助（東京農工大学）

Development of Power Line Router based on Matrix Converter

Teruo Kamakura, student-member, (TUAT), Kentaro Hayashi, Non-member, (TUAT)

Kosuke Kurokawa, member, (TUAT)

1. はじめに

電力系統の調整余力を前提としている現在の太陽光発電（PV）システムは、連系される PV の総量が増加すれば系統への負担が増加し、導入量には限界があると考えられる。この問題に対し、さらに大量の PV が導入されたコミュニティにおいて基本的に潮流をコミュニティ内部で完結し、外部系統にじょう乱を波及させない自律度向上型太陽光発電システム（Autonomy-Enhanced PV Clusters : AE-PVC）が提案されている⁽¹⁾。AE-PVC では需要家 PV による逆潮流はコミュニティ内で完結し、余剰電力はコミュニティ内で AC 蓄電ステーションに貯蔵される。基本的にコミュニティでの需用電力は PV 及び AC 蓄電ステーションで賄われ、外部系統との電力の融通は極力少なくなるが、季節変動など緩やかな変動に対しては外部系統との電力の融通を行う。基本的に独立する AE-PVC においては外部系統と同期をとる必要のない非同期連系がのぞましい。また、このようなコミュニティが複数存在し、隣接した場合は異周波間での連系も考えられる。外部系統と内部コミュニティとの電力の融通にはパワーエレクトロニクスによる系統間ルータ機器を用いることが提案されている⁽¹⁾。外部系統、コミュニティとルータのイメージを図 1 に示す。

本論文では、AE-PVC にマトリックスコンバータを用いたルータを適用した場合の電力潮流についてのシミュレーション結果を示す。

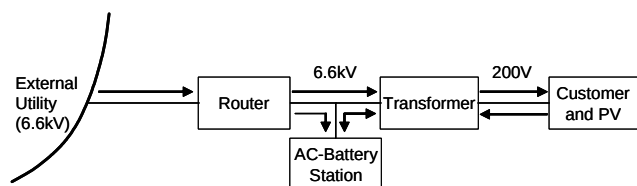


図 1 AE-PVC

Fig. 1. Figure image of internal community.

2. 系統間ルータ回路方式

パワーエレクトロニクスを用いた系統間ルータ機器の構成としては、AC/DC/AC 変換による BTB（Back-to-Back）方式とマトリックスコンバータ方式が考えられる。図 2 に示すマトリックスコンバータ方式は、BTB 方式において中間部に存在する直流リンクコンデンサを省略することができ、また直接変換方式であることから機器の小型化、長寿命化、導通損失低減が見込めるなど有利な点が多いと考える。

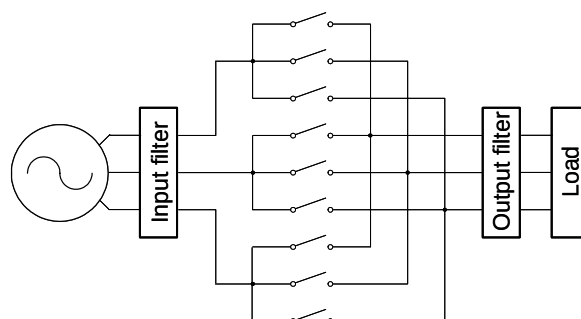


図 2 マトリックスコンバータ回路

Fig. 2. Matrix converter circuit.

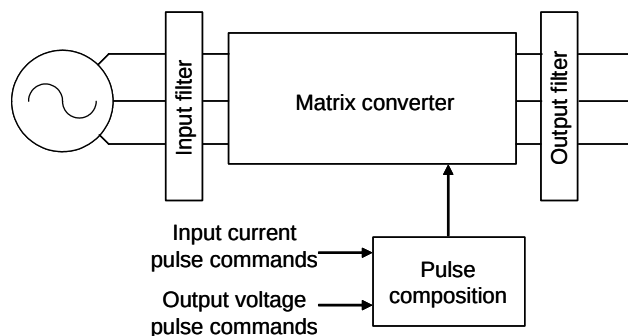


図 3 仮想 AC/DC/AC 方式による制御

Fig. 3. Configuration of virtual AC/DC/AC method.

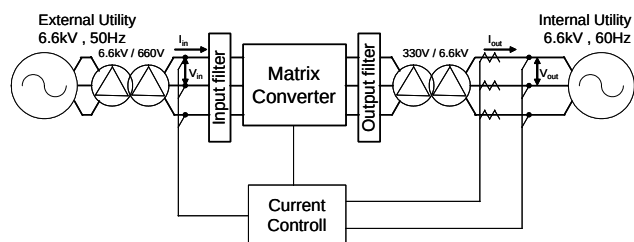


図 4 ルータシステム構成

Fig. 4. Configuration of router system.

3. 系統間ルータの制御法

〈3・1〉 マトリックスコンバータの制御法

マトリックスコンバータの制御法の一つに仮想 AC/DC/AC 方式がある。この方式ではマトリックスコンバータを仮想的に AC/DC/AC 回路と見て間接的に制御する方式である。この方式では入力電流指令と出力電流指令を独立に考えることができるため、従来の BTB 方式での制御方式が応用でき、系統用ルータ機器としての制御を行いやすい。仮想 AC/DC/AC 方式の制御ブロックを図 3 に示す。

〈3・2〉 系統間ルータ

図 4 に AE-PVC におけるシミュレーションに用いた系統間ルータのシステム構成を示す。一般的なマトリックスコンバータは図 2 に示すように負荷が接続されるが、ルータの場合では出力端の電圧はコミュニティ内の需要家 PV, AC 蓄電ステーションにより固定される。従って、コミュニティ内部の位相情報よりコミュニティ内部に対し電流を流し込む必要がある。PV, AC 蓄電ステーションにより電圧が固定されるコミュニティ内部は 3 相電圧源により模擬する。本シミュレーションでは外部系統 50Hz, コミュニティ内部 60Hz の異周波連系を仮定する。

4. シミュレーション結果

有効電力指令 $P=200\text{kW}$, 無効電力指令 $Q=0\text{kVar}$ としたときの外部系統, コミュニティでの電圧, 電流を図 5 に示す。

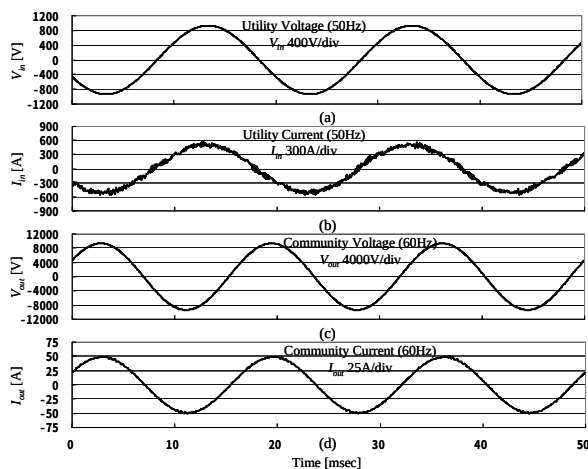


図 5 系統/コミュニティ電圧とルータ出力波形

Fig. 5. Waveforms of utility voltage/current and router output voltage/current.

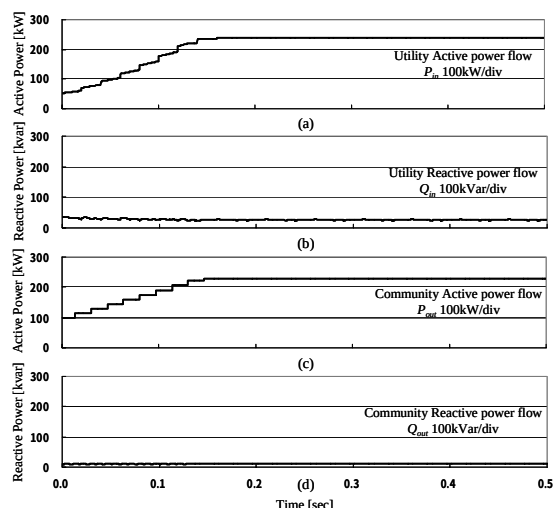


図 6 有効/無効電力の独立制御

Fig. 6. Independent control of active and reactive power flow.

この結果より、外部系統, コミュニティ間において系統間ルータがコミュニティに電流を供給していることが判る。

また、時間 $t=0$ から 0.15 秒において有効電力指令 $P=100$ から 250kW , 無効電力指令 $Q=0\text{kVar}$ 固定としたときのシミュレーション結果を図 6 に示す。シミュレーション結果より、異周波連系状態において外部系統, コミュニティ間で有効電力, 無効電力の独立制御が可能であることが判る。

5. まとめ

本論文では AE-PVC において必要とされる系統間ルータ機器に仮想 AC/DC/AC 方式のマトリックスコンバータを適用することの検討を行った。シミュレーション結果より、有効電力, 無効電力の独立制御が可能であり、系統間ルータ機器に適用可能であることを明らかにした。今後は AE-PVC における複数のコミュニティ間に発展したコミュニティ間ルータについて検討を行う予定である。

6. 謝辞

本研究は New Energy and Technology Organization (NEDO) による受託研究, 自律度向上型太陽光発電システム (AE-PVC) の一部として実施されてものであり、関係者各位に感謝する。

文 献

- (1) Kosuke Kurokawa, Shinji Wakao, Yasuhiro Hayashi, Itaru Ishii, Kenji Otani, Masahide Ymaguchi, Takafumi Ishii, and Yukiyo Ono : "Conceptual study on Autonomy-enhanced PV clusters for urban community to meet the Japanese PV2030 requirements", 20th European PV Solar Energy Conf., pp.2439-2443, 6-10 2005, Barcelona, Spain.
- (2) 伊東 淳一, 佐藤 以久也, 大口 英樹, 佐藤 和久, 小高 章弘, 江口 直也: 「キャリア比較方式を用いた仮想 AC/DC/AC 変換方式によるマトリックスコンバータの制御法」, 電学論 D, Vol.124, No.5 pp.457-463 (2004).