

高周波リンクを持つ AC/AC 直形電力変換器 で構成した発電機の連係システム

飯田 貴志^{*}, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

Grid Interconnected Power Generation system Consisting of
High frequency AC link converter based on direct type power converter
Takashi Iida, Jun-ichi Itoh (Nagaoka University of Technology)

1. はじめに

風力発電機やマイクロガスタービンなどの系統連係用電力変換器として、発電機の故障や系統の地絡、ノイズなどの保護面から、トランスによる絶縁を有する構成が有利である。絶縁を有する構成では高周波リンク型は小型化の観点から有力である。また、近年、逆阻止IGBTが開発されている⁽¹⁾。これを適用することにより更なる高効率化が期待できるAC/AC直接形電力変換器が注目されている。だが、AC/AC直接形電力変換器を系統連係システムに適用し、その特性を明らかにしている研究は著者らが知る限りではない。

本論文では高周波リンクを持つAC/AC直接形電力変換器を系統連係システムに適用し、その特性を明らかにする。著者らはこれまで仮想AC/DC/AC方式を応用した高効率制御法⁽²⁾⁽³⁾を提案しその有効性を実験により検証している。その方法を用いて発電機として 1.5 kW誘導機を用い駆動及び発電試験を行い、本システムの有効性の検証を行ったので報告する。

2. システムの構成

<2・1> 提案する連係システム

図 1 に提案する連係システムの回路構成を示す。回路は両方向エネルギーフローに対応できる。これは風力発電におけるポンプアップ運転⁽⁴⁾やマイクロガスタービンの始動時の加速などでは発電機を駆動するためである。ここではPMモータにより誘導発電機の駆動、発電運転を行いその動作特性を検証する。発電機の制御はここでは簡単のため V/f 一定制御により行う。

<2・2> AC/AC 直接形電力変換器の制御法

直接形電力変換器の制御は一般に複雑である。そこで、従来のPWM整流器、DC/DCコンバータ、インバータからなる回路を仮想変換器に見立て、入出力の波形制御を行う⁽²⁾。図 2 に制御ブロック図を示す。系統の電流を仮想PWM整流器で、トランス電圧を仮想DC/DCコンバータで、発電機の電圧を仮想インバータでそれぞれ制御する。このシステムで高効率を得るには高周波トランスの漏れインダクタンスのエネルギーの処理などさまざまな問題がある。本論文で

は、その対策として(1)二相変調によるスイッチング回数の減少、(2)ゼロ電圧発生時にトランスの電圧をスイッチングによりゼロにする、(3)トランス電圧ゼロ期間を利用しゼロ電圧スイッチングを行う⁽³⁾、ことで損失を低減する。

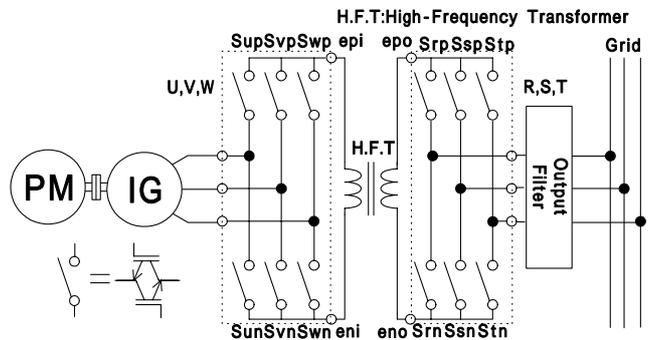


図 1 提案するシステム

Fig.1. Proposed System.

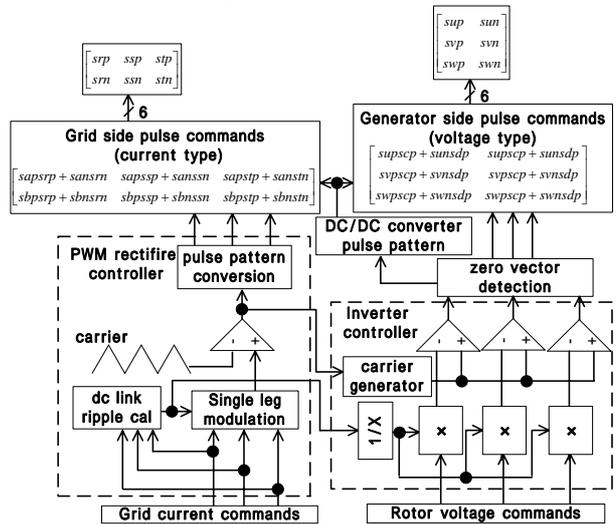


図 2 制御ブロック

Fig.2. Control block diagram.

3. 実験結果

表 1 に発電機の駆動、発電運転における実験パラメータを示す。スイッチには逆阻止 IGBT を用いている。

図 3 に入力力率と効率測定の結果を示す。本システムで用いる電力変換器が高効率であることを実証するため、R-L 負荷による効率および入力力率の特性を測定した。本シス

テムで用いる電力変換器の最高変換器効率は 94.7%が得られ、従来の絶縁形の電力変換器にくらべ損失を約1/2以下にできる。これにより放熱フィン体積減少、モジュールサイズの小型化などシステム全体の小型化が可能となる。

図 4(a)に駆動時の入出力電流波形を、(b)に発電時の入出力電流波形を示す。駆動時における入出力電流の T.H.D.はそれぞれ 4.4% , 4.1% , 発電時における入出力電流の T.H.D.はそれぞれ 10.2% , 8.3%である。駆動時には入力力率がおおむね 1 となる正弦波の入出力電流波形が得られ、発電時にも正弦波の入出力電流波形が得られる。

図 5 に前述した駆動時および発電時の入出力電流の T.H.D.測定の結果を示す。これらのひずみの原因としては、 V/f 一定制御によるオープンループ制御であること、デッドタイム補正を行っていないこと、などが挙げられる。

4. まとめ

本論文では、高周波リンクを持つ AC/AC 直接形電力変換器を系統連係システムに適用した場合の特性を明らかにした。本システムの電力変換器が従来の絶縁形の電力変換器とくらべ損失が約1/2以下にできることから放熱フィンなど大きさも約1/2に小型化できる。また、1.5 kW 誘導機を用いた実験において、駆動及び発電動作を検証し良好な結果を得た。今後はベクトル制御やデッドタイム補正などを行い電流波形の歪みの改善を行う。

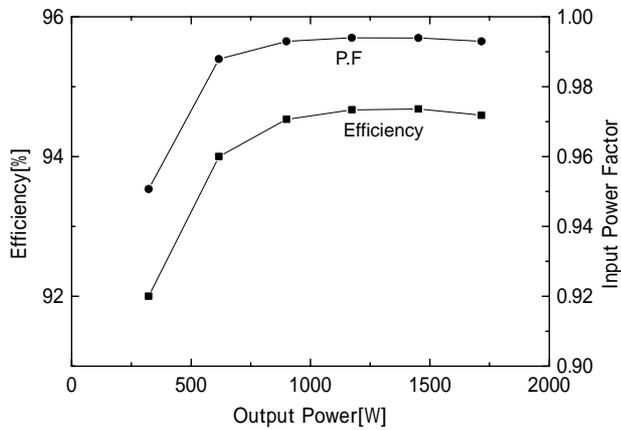


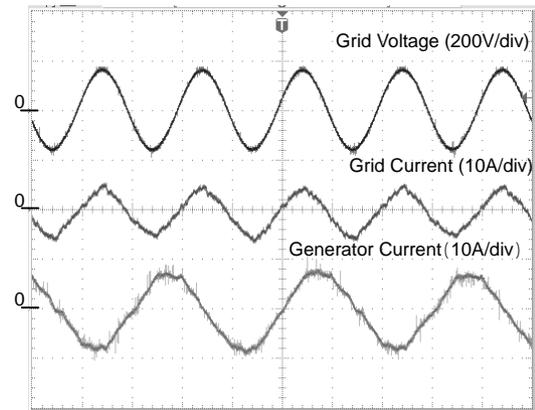
図 3 入力力率と効率

Fig.3. Input power factor and Efficiency.

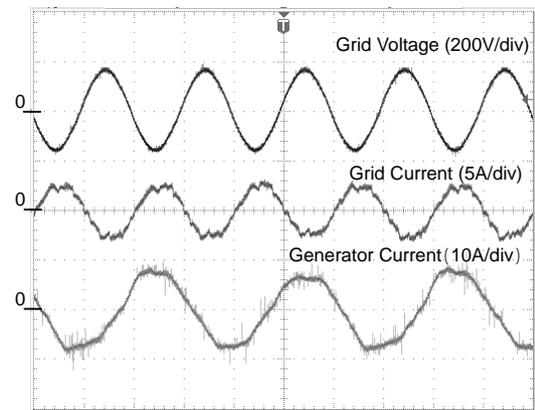
表 1. 実験パラメータ

Table.1 Experimental parameter

系統線間電圧	200[V]	LC フィルタ	2[mH]
入力周波数	33[Hz]		3.3[μ F]
交流リンク周波数	10[kHz]	カットオフ周波数	1.1[kHz]
出力周波数	50[Hz]	誘導発電機	1.5[kW]
キャリア周波数	10[kHz]		6.1[A]



(a) Characteristic drive



(b) Characteristic power generation

図 4 実験結果

(Input frequency:33Hz ,Output frequency:50Hz)

Fig.4. Experimental result.

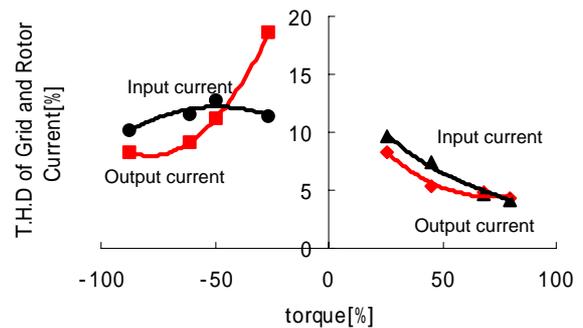


図 5 入出力電流の総合歪み率

Fig.5. T.H.D of Input and Output current.

文献

- (1) 武井・小高・藤本：「逆阻止 IGBT の適用技術」富士時報 Vol.75 No.8 445-448 2002
- (2) 松村・伊東・近藤：「直接形電力変換器を用いた高周波 AC リンクコンバータの損失低減法」電気学会全国大会 No.4-056、2005
- (3) 飯田・伊東：「直接形電力変換器を用いた高周波 AC リンクコンバータの制御法」SPC-05-134 LD-05-91 2005
- (4) 尾上・高久・本間・嶋田：「ポンプアップ運転による風力発電の脈動平滑化と高効率化」電気学会全国大会 No.7-049、2004