

電圧クランプ形双方向スイッチのカスケード接続による大容量 AC/AC 直接変換装置試作時の電圧アンバランスに対する一考察

永吉 謙一（長岡技術科学大学）・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

本研究では大容量の交流直接形電力変換器を構成することを目的としている⁽¹⁾⁽²⁾。そのために、スイッチングモジュールをカスケード接続し、高耐圧な双方向スイッチを構成する。しかし、スイッチング速度のばらつきにより電圧不平衡が生じる。

本稿では、ばらつきや配線インダクタンスにより生じる電圧不平衡を、交流チョッパを製作して実験により確認したので報告する。

2. 提案スイッチ及びスナバの構成

図 1 に示す提案スイッチは IGBT とダイオードを 2 個ずつ使用しており、汎用パワーモジュールを用いて構成することが可能である。またスナバはコンデンサ 2 個と抵抗で構成されるパッシブスナバである。スイッチ電圧はコンデンサ C_1 , C_2 の電圧でクランプされる。図のようにスイッチに個別に接続するスナバを接続することで、変換器サイズに関係なくスナバの効果を期待できる。

3. 交流チョッパの試作と考察

図 2 は提案スイッチ及びスナバを用いて試作した交流チョッパの回路図である。スナバの効果を検証するためにわざと配線インダクタンス l を挿入している。

図 3 に示す測定波形は電源電圧、負荷電流、 S_1 , S_2 のスイッチ電圧である。電源電圧と負荷電流を用いて転流を行っており、極性反転時にスイッチ電圧に歪みが生じている。

図 4 は S_2 の信号にわざと遅延時間を入れて測定した場合のスイッチ電圧の最大値である。図(a)は $l=0[\mu\text{H}]$ 、図(b)は $l=5[\mu\text{H}]$ の状態において計測したグラフである。図より、遅延時間あるいは l が大きくなるほどスイッチ電圧の不平衡が大きくなる。これは直列接続のスイッチのオン/オフタイミングがずれると片方のスイッチにのみ入力電圧が印加されるためである。特に l が大きい場合には l のサージエネルギーを先にオフしたスイッチのスナバが吸収するため、同じ遅延時間でも l が大きいほど不平衡も大きくなる。一方、図(b)では遅れ時間の増加に伴い S_2 の電圧が低下する。これは、同時スイッチングの場合スイッチオフ時のサージエネルギーを S_1 と S_2 のスナバの両方で吸収していたのに対し、 S_2 のオフが遅れることで S_1 のスナバで大きくエネルギーが吸収され、 S_2 のスナバで吸収するエネルギーが少なくなるためである。これらの現象を解消するためには、スイッチングタイミングを微調整して 2 つのスイッチ電圧を均衡に保つための制御が必要となる。

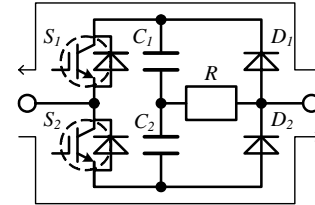


Fig.1. Proposed switch and snubber circuit.

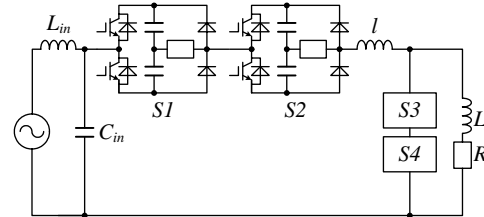


Fig.2. AC chopper circuit with proposed switches.

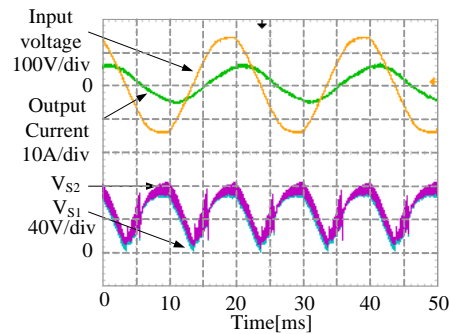


Fig.3. Waveforms of voltage and currents.

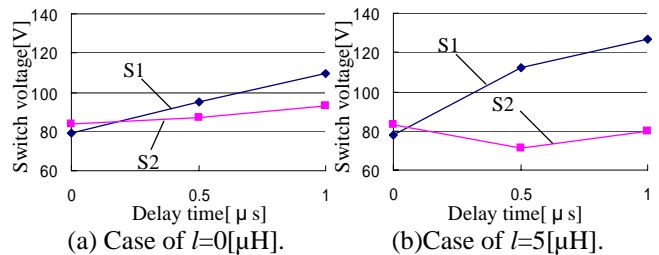


Fig.4. Experimental results.

4. むすび

本稿では提案した交流スイッチとスナバをカスケード接続して高耐圧スイッチを構成し、それを用いて交流チョッパを試作し、電圧不平衡について実験的検討を行った。今後は、先に筆者らが考案した電圧均衡化制御を適用する予定である。

参考文献

- (1) S.Angkititrakul, R.W.Erickson, "Control and Implementation of a New Modular Matrix Converter", APEC, 2004
- (2) 永吉・伊東, JIASC06, 1-10, 2006