

結合リアクトルを用いた一石降圧型コンバータの 回生スナバ動作の検討

米田 一己・野下 裕市・伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

これまでに交流から直流に電力を変換する一石コンバータが研究されており⁽¹⁾、様々な用途への適用が期待されている。本論文では、その一例として回生スナバをもつ一石降圧型コンバータを提案する。本回路は一石のゲート信号のみを制御すればよいため、制御回路を簡単にできる。ここでは、提案回路の回生スナバ動作の理論検討を行い、エネルギーの回生メカニズムを定性的に評価したので報告する。

2. 提案回路の動作原理

図 1 に提案する一石降圧型コンバータを示す。提案回路では、チョップ回路の IGBT のデューティを制御することでリアクトル $L_{1-u,v,w}$ に流れる無効電流を制御し、負荷電圧 V_{out} を制御する。また、IGBT のターンオン時にチョップへ流れる突入電流を抑制するため、リアクトル $L_{2-u,v,w}$ を接続する。さらに、IGBT のターンオフ時に L_2 に流れる電流の経路を確保するため、コンデンサ $C_{1-u,v,w}$ を接続する。各相の L_1 と L_2 は結合されており、 C_1 のエネルギーはこの結合リアクトルを介して電源もしくは負荷に回生される。

図 2 に提案回路のシミュレーション結果を示す。図 2 から、モード 1(IGBT オン期間)ではコンデンサが充電され、モード 3(IGBT オフ期間)では放電されていることがわかる。なお、モード 2 はチョップ整流器直流部の配線インダクタンスによってサージ電圧が発生し、RCD スナバでそのエネルギーを吸収するモードである。従って、 C_1 のエネルギーの授受に関するのはモード 1 とモード 3 となり、これらのモードを解析することで回生スナバの回生メカニズムを評価できる。

3. 単相等価回路によるモード解析

図 3 にモード 1, 3 における提案回路の単相直流等価回路と電流経路を示す。 V_m は入力電圧の瞬時値である。提案回路の L_1 , L_2 の接続と結合方向は単巻線変圧器と見なせるため、 L_1 , L_2 の等価回路に単巻線変圧器の等価回路を適用する。ここでは結合リアクトルの相互インダクタンスを M とする。IGBT は整流器と組み合わせることによって双方向スイッチとして働くため、等価回路ではこれを理想スイッチ S と表現する。また、主整流器をダイオード D_{mr} で表現する。図 3(a) より、モード 1 では C_1 にエネルギーが充電され、図 3(b) のモード 3 で放電される。ここで、モード 3 では結合リアクトルの相互インダクタンスによって、 C_1 のエネルギーを主整流器に回生できる。リアクトルを結合しない場合、 C_1 のエネルギーは L_2 と C_1 のループで還流するだけである。従って、結合リアクトルを用いることで C_1 のエネルギーを回生できることを明らかにした。今後は提案回路の実機評価を行う。

文 献

(1) 伊東, 藤田: 電学論 D,119 巻 5 号,P572,1999

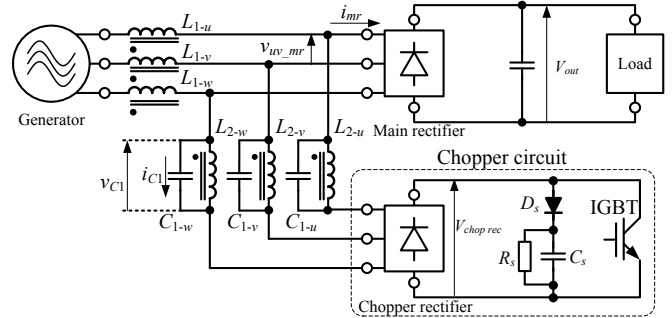


Fig. 1 Configuration of proposed circuit.

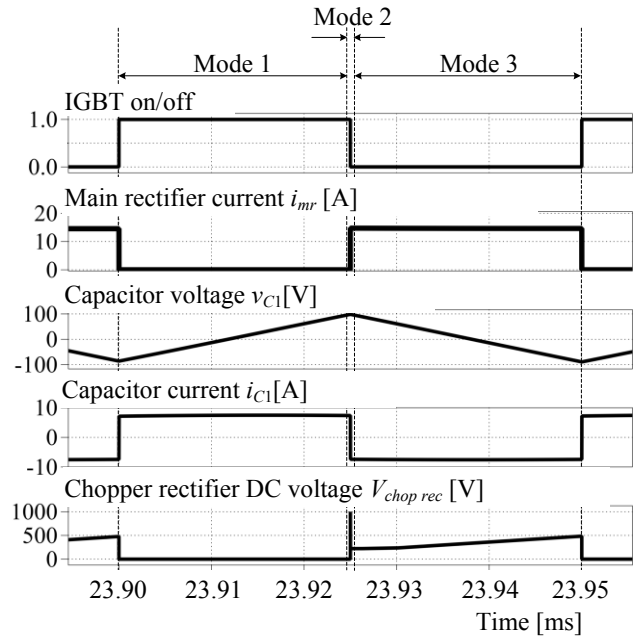


Fig. 2. Voltage and current waveforms of proposed circuit.

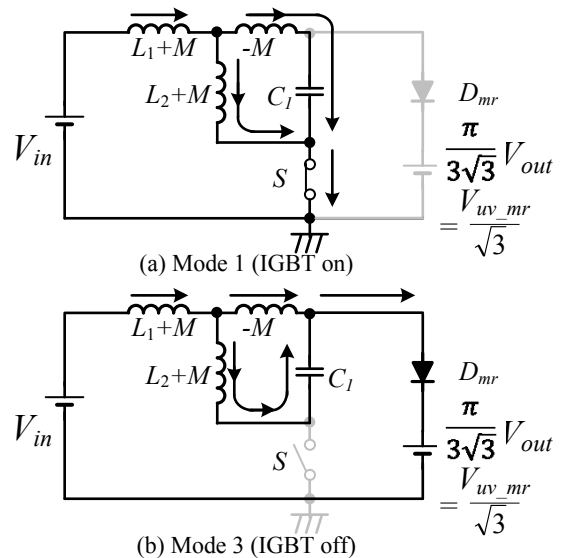


Fig. 3. Single phase equivalent circuit of proposed circuit.