

三相 3 レベル V 結線 PWM 整流器および 整流器・インバータシステムの雑音端子電圧の比較検討

©HUYNH DANG MINH, 荒木 隆宏, 佐藤 大介, 野下 裕市, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、無停電電源装置 (UPS) 向けの変換器として、V 結線整流器・インバータ回路が提案されている。V 結線方式では、共通相が接地されるため、絶縁トランスを除去でき、直流電位がスイッチングにより変動しないため、大地への浮遊容量に流れるコモンモード電流を低減できる可能性がある⁽¹⁾。

本論文では、V 結線方式のノイズを解析するため、3 レベル V 結線 PWM 整流器単体および整流器とインバータを組み合わせた状態の雑音端子電圧を測定して、それぞれの場合の発生ノイズを比較・評価する。

2. 回路構成

図 1(a)に V 結線 PWM 整流器、図 1(b)にインバータを加えたシステム、表 1 に実験条件を示す。雑音端子電圧の測定は、擬似電源回路網 (LISN) とスペクトラムアナライザ R3131A (アドバンテクト) を使用し、簡易シールドルーム内で測定する。

V 結線 PWM 整流器は交流電流制御系により制御し、変調方式はユニポーラ変調を用いる。

3. 実験結果

図 2 に PWM 整流器単体、および V 結線整流器・インバータシステムの雑音端子電圧測定結果を示す。150 kHz ~ 1.3 MHz の領域では、整流器単体と比較して、整流器・インバータの方が大きい。これはスイッチング動作する素子の数が増加したためである。1.3 MHz 以上の領域においては、昇圧リアクトルとフィルタコンデンサにより、両方の雑音端子電圧が周波数の上昇とともに低下している。また、1.3 MHz ~ 30 MHz の領域 (高周波領域) ではインバータ有りの方が低い。これは、負荷リアクトルと接地コンデンサにより構成されるフィルタの影響である。また、それぞれのシステムでは、異なる周波数のピークが存在する。

図 3 に V 結線整流器・インバータシステムの接地コンデンサ、およびヒートシンク接地線を通る漏れ電流の周波数スペクトラム解析結果を示す。接地コンデンサの漏れ電流は 4.5 MHz と 5.8 MHz、ヒートシンクの漏れ電流は 1.3 MHz と 4.5 MHz にピークがある。図 2 と比較して、これらの漏れ電流のピークは V 結線整流器・インバータシステムの雑音端子電圧の測定結果におけるピーク周波数とほぼ一致し、さらにヒートシンクからの漏れ電流の波形の傾向も雑音端子電圧の測定結果とほぼ一致するため、整流器・インバータの雑音端子電圧のピークはヒートシンクからの漏れ電流と接地コンデンサの漏れ電流の影響であることが分かる。

V 結線整流器単体の場合、1.3 MHz 以上のピーク (1.8 MHz, 3 MHz, 7.6 MHz) の発生原因は、ヒートシンクの漏れ電流の影響である⁽²⁾。また、1.3 MHz のピークは、整流器・インバータにて同じ周波数に発生しているため、発生原因は同様に、ヒートシンクの漏れ電流の影響である。

以上の結果より、PWM 整流器と PWM 整流器・インバータシステムに V 結線を用いると、雑音端子電圧の発生は主にヒートシンクの漏れ電流で支配される。今後の予定は、変調方式を変更したときのノイズ特性について検証する。

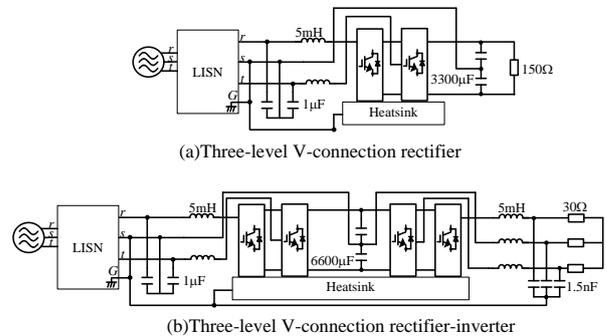


Fig.1. System configuration of the experiments

Table 1. Experimental conditions

	Rectifier	Rectifier-Inverter
Input AC Voltage (line - to-line) & phase current	200V , 6.9A	
DC-link voltage	600V	
Power supply frequency	50Hz	
Switching frequency	16kHz	
Load	R load (150Ω)	RL load (20Ω, 5mH)
IGBT module	SK150MLI066T (Semikron)	

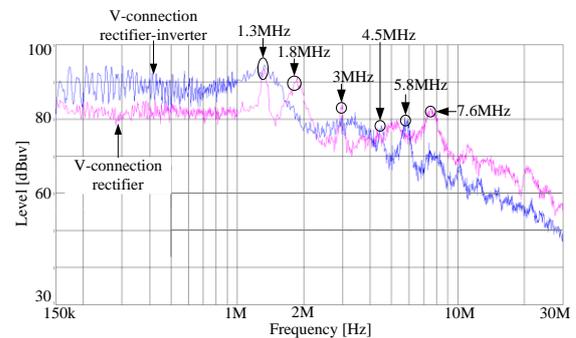


Fig.2. Experimental result of conducted emission

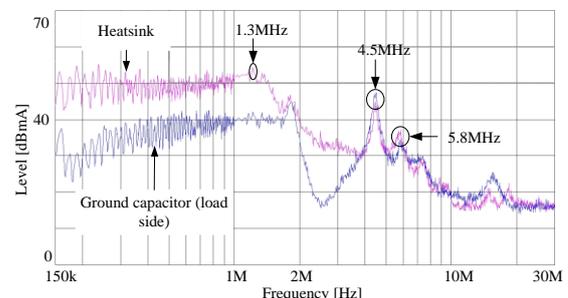


Fig.3. Leakage current of V-connection rectifier-inverter

文 献

- (1) 佐藤 明, 他, SPC 鹿児島, SPC-10-93, IEA-10-20, MS-10-25 (2010)
- (2) HUYNH DANG MINH, 他, 電気学会東京支部新潟支所, No.III-14 (2012)