

# 電源共通型デュアルインバータの過変調領域における零相電流抑制制御

◎水越 彰仁, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

## 1. はじめに

インバータの過変調領域を使用することで、線形領域に比べ $4/\pi$ 倍の出力電圧が得られることが知られている<sup>[1]</sup>。一方、電源共通型デュアルインバータは、一般的な3レグの三相インバータに対し最大相電圧が $\sqrt{3}$ 倍となる<sup>[2]</sup>。従って、電源共通型デュアルインバータで過変調領域まで利用することにより、直流電圧 $V_{dc}$ の $4/\pi$ 倍の相電圧基本波振幅を得られる。しかし、過変調動作時は出力電圧の低次高調波発生に伴う零相電流増加が懸念される。

本稿では、過変調動作時の高調波電圧推定を用いた零相電流抑制手法を提案し、RL負荷を用いたシミュレーションにより零相電圧の低減を確認したので報告する。

## 2. 零相電流抑制手法

Fig. 1 に電源共通型デュアルインバータ回路を示す。電源共通型のデュアルインバータでは、三相電流の総和は零とならず、(1)式のように三相電流の平均が零相電流として現れる。RL負荷における零相電圧と零相電流は(2)式の関係があるため、インバータで発生する零相電圧を低減することが零相電流抑制に繋がる。

$$i_z = \frac{i_u + i_v + i_w}{3} \dots \dots \dots (1)$$

$$v_z = Ri_z + \frac{d}{dt}Li_z \dots \dots \dots (2)$$

Fig. 2 に提案する制御ブロックを示す。本手法では、Fig. 2 点線内部に示したインバータモデルにより、過変調時に発生する零相電圧を推定し、その逆位相の信号を零相電圧指令値とすることで、発生する零相電圧を抑制する。

Fig. 3 にインバータモデルの各波形を示す。インバータ過変調時、電圧指令値 $v_u^*$ と出力電圧の基本波振幅は非線形の関係があり、電圧基本波推定値 $v_u^{est}$ を(3)式で推定できる<sup>[3]</sup>( $m$ は変調率であり、 $m > 1$ を過変調と定義する)。ここで、 $G(m)$ は過変調時に変調率 $m$ で変化する増幅率を示す。次にリミット処理を行った電圧指令値 $v_{uw}^*$ との差を取ることで高調波電圧推定値 $v_{uw,h}^{est}$ を得る。最後に、(4)式を用いて零相電圧推定値 $v_z^{est}$ を演算し、零相電圧指令値として出力する。

$$v_u^{est} = G(m)v_u^* = \frac{2}{\pi} \left( \arcsin\left(\frac{1}{m}\right) + \frac{1}{m} \sqrt{1 - \frac{1}{m^2}} \right) v_u^* \dots \dots (3)$$

$$v_z^{est} = \frac{v_{u,h}^{est} + v_{v,h}^{est} + v_{w,h}^{est}}{3} \dots \dots \dots (4)$$

## 3. シミュレーション結果

Fig. 4 に、零相電流抑制制御を適用した場合と抑制制御無しの場合の、RL負荷を用いたシミュレーション結果を示す。Fig. 4の横軸は変調率を示し、縦軸は基本波振幅で規格化した零相電圧を示している。結果より、提案手法を用いることで零相電圧が低減でき、変調率2p.u.において12%低減できることを確認した。

## 4. おわりに

本稿では、電源共通型デュアルインバータの過変調領域における、零相電圧推定を用いた零相電流抑制手法について提案し、RL負荷を用いたシミュレーションにて零相電圧が低減できることを確認した。提案手法を用いることで、一定電圧を電源に持つモータ駆動システムの駆動範囲拡大及び銅損低減が期待できる。

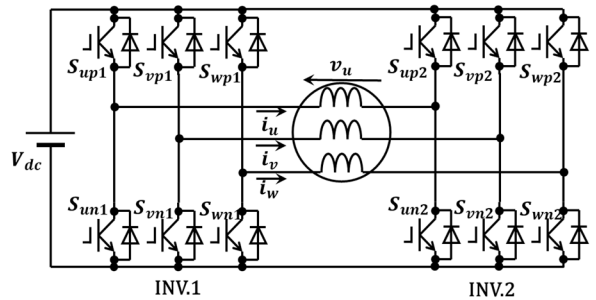


Fig. 1 Dual-inverter circuit for open-end winding motor.

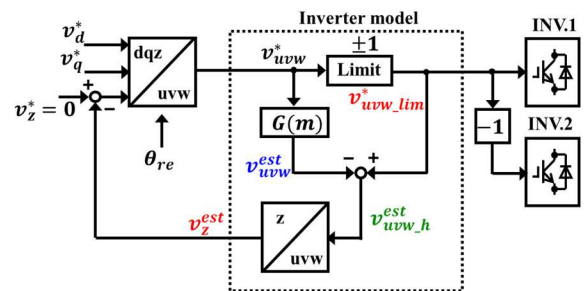


Fig. 2 Proposed zero-sequence current suppression system.

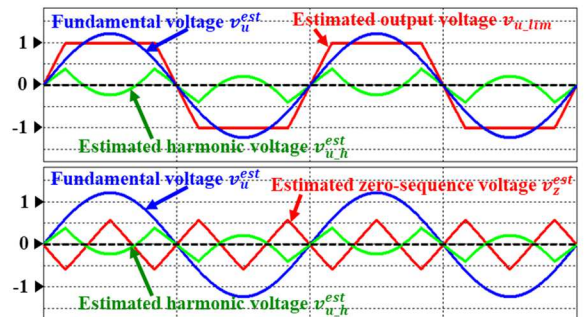


Fig. 3 Waveforms of internal signals of inverter model.

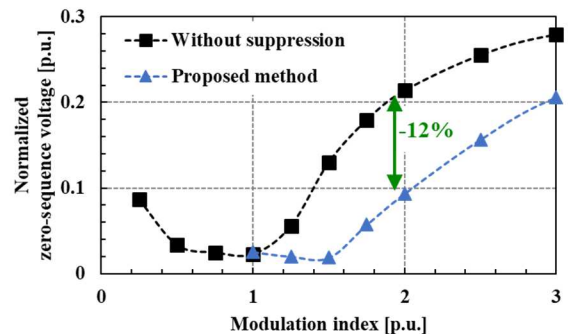


Fig. 4 Simulation result of normalized zero-sequence voltage and modulation index characteristic.

## 参考文献

[1] Smith Lerudomsak, 道木 慎二, 大熊 繁: 電学論 D, vol. 130, no. 5, pp. 579-589, (2010)  
 [2] J. Hwang and H. Wei: *IEEE Trans. on P.E.*, vol. 29, no. 6, pp. 3032-3040, (2014)  
 [3] T. M. Rowan, R. J. Kerkman and T. A. Lipo: *IEEE Trans. I.A.*, vol. IA-23, no. 4, pp. 586-596, (1987)