

A-71 負荷中性点を用いた単相高力率コンバータの 方形波駆動時における入力電流への影響

大谷 信広・伊東 淳一(長岡技術科学大学)

1. はじめに

著者らは、負荷中性点を用いた単相高力率コンバータにおける方形波駆動方式⁽¹⁻³⁾を提案し、電動機駆動特性を示した。方形波駆動はスイッチング損失が PWM 駆動より少なく高効率であるが、ひずみの少ない入力電流を得るには、DC リンク電圧は、入力電圧の 3 倍必要である⁽³⁾。

本論文では、スイッチング素子の低耐圧化を目的とし、DC リンク電圧を入力電圧の 2 倍としたときの、出力周波数と負荷中性点が及ぼす入力電流ひずみの関係を示す。

2. 動作原理

図 1 に提案回路を示す。入力電源は、電動機に対してゼロ相電圧となるため、トルクに影響を及ぼさない⁽¹⁾。また、電動機の逆起電力は、ゼロ相分等価回路では無視できる⁽¹⁾。整流器側は PWM 駆動、インバータ側は方形波駆動する。

負荷中性点は出力周波数の 3 倍、かつ、DC リンク電圧の $\pm 1/6$ 倍で変動するため、直流リンク電圧の大きさ E_{dc} は入力電圧 V_{in} の 3 倍必要となる⁽³⁾。しかし、負荷中性点電位が方形波により高周波で変化すれば、等価的に電位変動はゼロと考えることができる。このとき、整流器はハーフブリッジ PWM 整流器に見えるので、直流リンク電圧は入力電圧の 2 倍以上あればよく、 E_{dc} を引き下げられる。

図 2 にゼロ相分等価回路の制御ブロック図を示す。ゼロ相分等価回路は、従来のフルブリッジ形整流器と等価なため、制御方法はフルブリッジ形整流器と同じである。(1)式に、外乱-電流成分の理論式を示す。ただし、電流制御器の比例ゲイン K_p 、積分時間 t_i 、漏れインダクタンス L 、ラプラス演算子 s である。(1)式を元に出力周波数毎に入力電流ひずみ率の理論値を導出する。

$$\frac{I_{in}}{V_{dis}} = s \frac{t_i}{K_p} \times \frac{1}{s^2 \frac{Lt_i}{K_p} + st_i + 1} \quad (1)$$

3. 解析結果

図 3 にひずみ率-周波数特性を示す。実線部に(1)式を用いて導出した理論カーブを示し、シミュレーション結果を■で示す。負荷の中性点電位をゼ

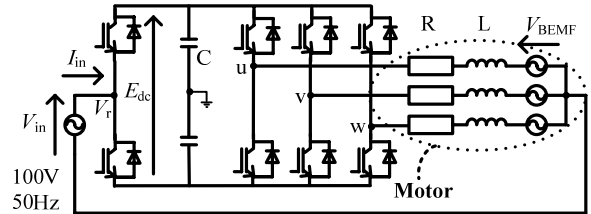


Fig. 1. Proposed circuit.

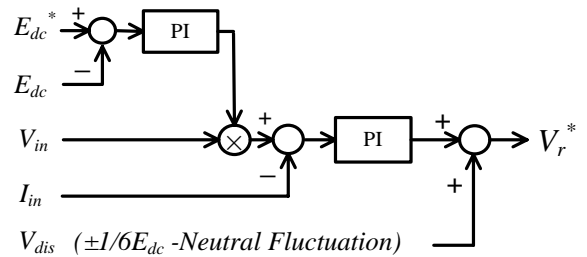


Fig. 2. Control block diagram of zero phase equivalent circuit.

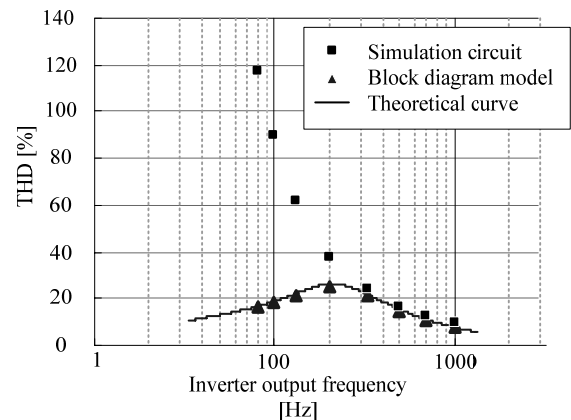


Fig. 3. Relationship between input current THD and inverter output frequency.

ロとみなすには、電流の外乱応答に対して、中性点電位変動の周波数が十分高くなくてはならず、出力周波数が低い場合、電流制御器が飽和するので、入力電流ひずみは増加する。従って、DC リンク電圧を入力電圧の 2 倍で制御できる領域は、飽和していない領域（理論値とシミュレーション結果が重なる領域）であり、この場合、下限は 330Hz である。

今後は入力電流ひずみの低減方法の確立と、実機による検証を進める。

参考文献

- (1)伊東, 石井: 電学論 D, 121 巻 2 号, 2001 年
- (2)片桐, 伊東: 電気学会全国大会, 4-092, 2006 年
- (3)大谷, 伊東: 関西支部連合大会, G4-31, 2007 年
- (4)守屋, 他: 電気学会全国大会, 4-079, 2004 年