

直流コンデンサの小容量化を目的とした 交流チョッパによる力率改善回路の提案

中島 雄希・伊東 淳一（長岡技術科学大学）

1. はじめに

単相三相変換器には高調波規制のため力率改善(PFC)回路が必要となる。また、単相交流の電力脈動があるので、大容量の直流コンデンサが必要となる。そこで、コンデンサの小容量化を目的とした研究が盛んに行われている⁽¹⁾⁽²⁾。

本論文では、電力脈動を負荷と直流コンデンサで分担して補償する回路を提案する。この結果、容量を従来の 1/10 以下に低減できる。ここではシミュレーションにより有用性を確認した。

2. 提案回路

図 1 に提案回路図を示す。交流チョッパは入力電流を力率 1 の正弦波に制御する。また、インバータによって入力電力脈動を負荷とコンデンサに任意の割合で分担する。出力電力 P_{out} 、直流電圧の最大値 V_{cmax} および最小値 V_{cmin} 、直流コンデンサの容量 C の関係を(1)式に示す。 α は負荷とコンデンサにおける電力脈動分担比を表し、 $\alpha=1$ のとき負荷で電力脈動を 100%補償する。また、 V_{cmin} は出力電圧最大値以上に設定する。

$$C = \frac{2P_{out}}{\omega(V_{cmax}^2 - V_{cmin}^2)}(1 - \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

図 2 に制御ブロック図を示す。電流指令値 i_d^{**} は分担率 α に応じて(2)式で求める。

$$i_q^{**} = \sqrt{2}i_q^* \times \sqrt{2\alpha \sin^2 \omega t + (1 - \alpha)} \dots\dots\dots (2)$$

3. シミュレーション結果

図 3 に出力電力 $P_{out}=1kW$ 、直流電圧最小値 $V_{cmin}=300V$ 、 q 軸電流指令値 $i_d^*=3.3A$ 、電力脈動分担比 $\alpha=0, 0.5, 1$ としたときのシミュレーション結果を示す。直流コンデンサの容量 C は $90\mu F$ とした。これは従来方式に比べ 1/10 以下の容量である。負荷は R-L 負荷とした。

図 3 より、本システムは入力力率をほぼ 1 に制御できること、直流電圧最小値を指令値通り 300V に昇圧できることがわかる。昇圧動作によりモータ電流を低減できるので、銅損の低減が可能である。また、 α を大きくすると直流電圧 v_c のリップルが小さくなり、更に C の小容量化が可能となる。しかし、同時に出力電圧 v_{uv} に高調波成分が重畳されるため、モータの鉄損が増加する。従って、 α はモータ損失および C の体積によるトレ

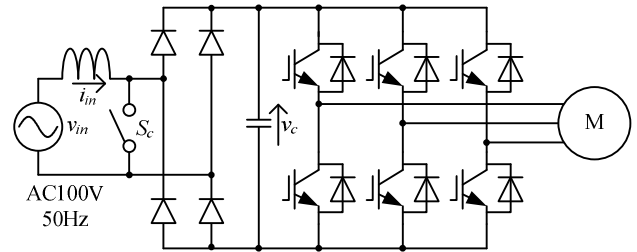


図 1 提案回路

Fig.1. Proposed circuit.

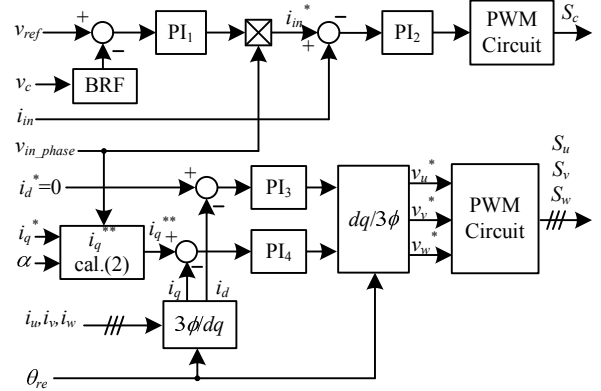


図 2 制御ブロック図

Fig.2. Control block diagram.

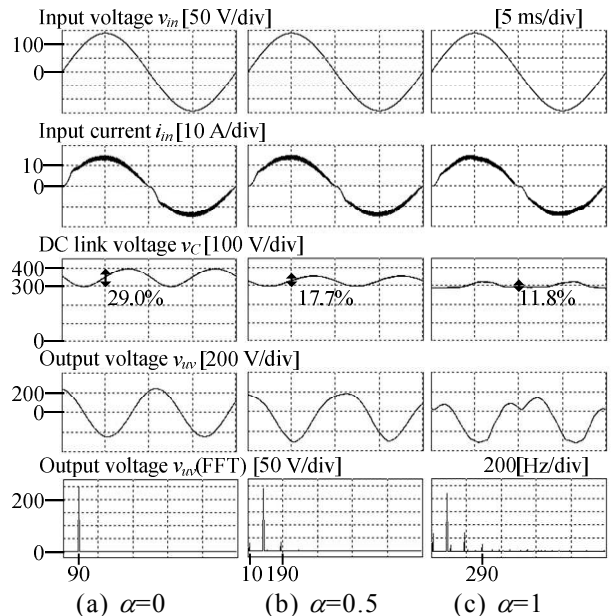


図 3 シミュレーション結果

Fig.3. Simulation results.

ードオフで決定する。

参考文献

(1) 高橋勲・芳賀仁, 電学論 D, Vol.123, pp1467-1473 (2003)
 (2) 大沼喜也・伊東淳一, 電学論 D, Vol.130, pp526-535 (2010)