

三相/单相直接電力変換器を用いた誘導加熱装置の検討

◎ 小杉明義 野口季彦 (長岡技術科学大学) 平石大地 市川一志 (電気興業株式会社)

1. はじめに

大容量の誘導加熱装置では一般的な AC/DC/AC 電力変換方式が採用されているが、二段階の電力変換を行うため高効率を得るのが困難である。また、直流バスに大容量の電解コンデンサを有するため、装置の小型化と長寿命化を阻む原因となっている。本稿では直流バスをもたない三相/单相直接電力変換器を誘導加熱装置に応用したシステム構成を検討し、計算機シミュレーションにより運転特性を検証したので報告する。

2. 三相/单相直接電力変換器の構成と制御回路

図 1 に主回路を、図 2 に制御ブロック図を示す。電流振幅指令値 I_{ref}^* と検出して得られた電源電圧の位相情報を用いて、三相の入力電流指令値 i^* を生成する。この入力電流指令値と三相電流の差をとり、PI レギュレータに入力する。また、入力フィルタによる LC 共振を抑制するために微分補償も施す (図 2 破線部) ⁽¹⁾。その後、PI の出力と三角波キャリアを比較し、PWM パターンを作る。これを高周波変圧器における正の励磁モード S_1 - S_6 と負の励磁モード S_7 - S_{12} に分配し、キャリア周波数で交互に切り換えることにより 15 kHz の交流出力を得る。

3. シミュレーションによる運転特性の検証

図 3 に電流指令値 24 A、励磁周波数 15 kHz におけるシミュレーション結果を示す。図 3(a) の入力電流は 5 次、7 次調波を含んでいるが、基本波力率は 1 であることを確認できる。このときの THD は 6.92 %、また平均出力は 5 kW であった。出力電流は LC 直列共振により図 3(b) のように正弦波となり、総合負荷力率 90.2 % を得た。

4. まとめ

本稿では三相/单相直接電力変換器を用いた誘導加熱装置の検討を行った。出力が 5 kW のときの入力電流 THD は 6.92 %、総合負荷力率 90.2 % を得た。今後、入力電流に含まれる低次高調波を抑制する制御アルゴリズムを検討するとともに、実機を試作して各種運転特性を検証する所存である。

表 1. 主回路のパラメータ

Table 1. Parameters for main circuit.

Input Voltage	3 ϕ , 200 V, 50 Hz
LC Filter	$L_f = 1$ mH (0.039 p.u.) $C_f = 25$ μ F (0.063 p.u.)
Output Resonant Capacitor	$C = 18.7$ μ F
Load	$R = 0.324$ Ω , $L = 7.18$ μ H
Transformer	$R_T = 42.8$ m Ω , $L_T = 0.752$ μ H

文献

(1) 外山浩司・水野 修・竹下隆晴・松井信行: 「電流形三相 PWM コンバータにおける入力電圧電流の過渡振動抑制」 電学論 D, 117, 4, pp. 420-426 (1997-4)

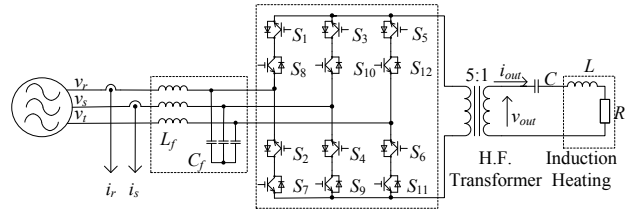


図 1 主回路構成

Fig. 1. Configuration of main circuit.

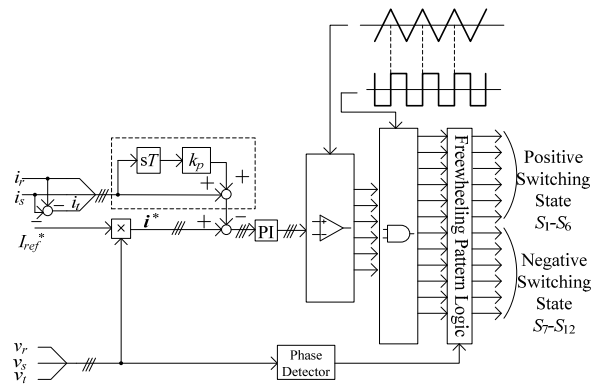
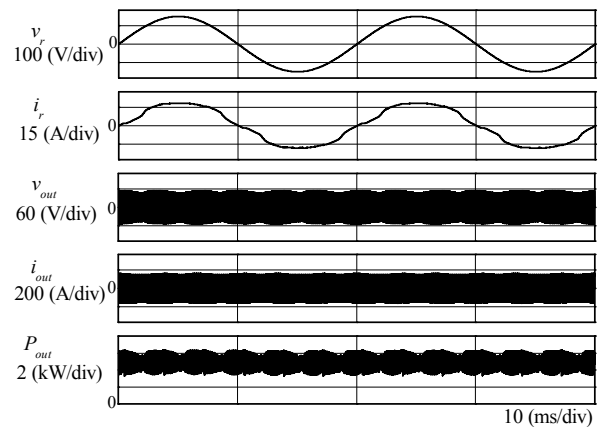


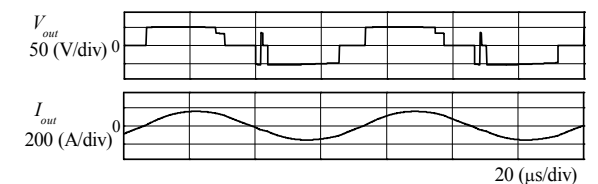
図 2 制御ブロック図

Fig. 2. Block diagram of input current control.



(a) 入力電流, 出力電圧, 出力電流, 出力電力波形

(a) Input current, output voltage, output current, and output power waveforms.



(b) 出力電圧・出力電流の拡大波形

(b) Enlarged output voltage and current waveforms.

図 3 シミュレーション結果

Fig. 3. Simulation results.