41 電子安定器用高力率部分平滑回路の一方

加藤 義人

大武 寛和

(鳥取大学 工学部)

1. はじめに 蛍光灯の高周波点灯において高効率化を進める上で、ランプ電流を連続に流す工夫をすればより良いことが知られている。この直流回路は種々研究されているが、いずれも一長一短があった。今回我々はこの部分平滑回路を新たに開発し検討し良好な結果を得たので報告する。

2. 基本回路と動作 図1に正弦波プッシュプルインバータの基本回路を示す。このインバータを直流 V_{dc} で動作させると発振コイルのセンタータップには図2のような高周波電圧が現れる。この電圧波形の平均値は

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_0 \sin \theta d\theta = \frac{2}{\pi} V_0 \quad \dots (1)$$

となり、高周波の最大値は $\pi/2 V_{dc}$ となる。ところでセンタータップ電圧は電源電圧 V_{dc} とインダクタLの端子電圧 V_L の和として表され

$$\frac{2}{\pi} V_{dc} |\sin \omega_2 t| = V_{dc} + V_L \quad \dots (2)$$

となる。このときインダクタLの端子電圧 V_L に注目すれば

$$V_L = V_{dc} \left(\frac{\pi}{2} |\sin \omega_2 t| - 1 \right) \quad \dots (3)$$

となる。この電圧はセンタータップ電圧が負側へ電源電圧 V_{dc} だけシフトしたものである。そこで負側に発生している電圧成分を取り出し平滑コンデンサに充電すれば、電源電圧にほぼ等しい直流電圧が得られる。

次に交流を全波整流した電源でインバータを動作させる。この電圧は $V_{dc}' = V_m |\sin \omega_1 t|$ となり、インバータは角周波数 ω_2 の高周波正弦発振をする。発振コイルのセンタータップ電圧は式(2)で述べたように、インバータに加えた電圧 V_{dc}' の $\pi/2$ 倍の電圧であり、 $V_m |\sin \omega_1 t|$ の包絡線に沿って発生し、

$$\frac{\pi}{2} V_m |\sin \omega_1 t| \cdot |\sin \omega_2 t| = V_{dc}' + V_L' \quad \dots (4)$$

となる。このとき $\omega_1 \ll \omega_2$ とすれば左辺を近似的に $\pi/2 V_m |\sin \omega_1 t|$ としても差し支えない。このときインダクタLの端子電圧 V_L' は

$$V_L' = V_m \left(\frac{\pi}{2} |\sin \omega_1 t| - 1 \right) \quad \dots (5)$$

であり図3のような波形である。インダクタLに発生した電圧成分のうち負側の成分を取り出し平滑コンデンサに充電すれば直流電圧 $E_{dc} \approx -V_m$ となる。この電圧を整流回路の負側へ帰還させることによりランプ電流を連続に流すことができる。しかしこの帰還電圧は完全平滑に近いものであり入力率が低下するため部分平滑の最適値とされている0.5~0.6倍の V_m となるようインダクタLからの負側成分を適当に低下させる必要がある。図4に今回開発した回路を示す。図中に示すインダクタL1は平滑率の調整を行うインピーダンス素子であり、同時に平滑コンデンサへの突入電流を防止し、ダイオードD1を保護するものである。

図5に電圧帰還を掛けたときの各部の波形を示す。

3. おわりに 本回路はインダクタLが整流回路の正側、負側のどちらに挿入されていても、また電源電圧が100V、200Vでも同様に達成できる。

図1 基本回路

図2 センタータップ電圧

図3 インダクタ電圧

図4 本回路構成

入力波形

ランプ波形

図5 各部波形

One method of the high power factor partly smoothing circuit for electronic ballast

Yoshito Kato Hirokazu Ootake