UDC 621.314.57.029.45

逆導通サイリスタ方式中点タップ形高周波インバータ

正 員 畑 中 義 博 (海技大)

研究開発
ノート

58 - B11

近年、逆導通サイリスタを用いた高周波インバータは、動力用超音波や誘導加熱の電源として注目、活用されている。逆導通サイリスタ方式高周波インバータには種々のタイプ⁽¹⁾⁽²⁾があるが、電圧形および電流形の両者ともにこれらの用途に広く応用されている。しかし一般に電圧形の場合は、 dv/dt および入力直流電流リップル率が大きく、電流形の場合は di/dt が大きく、始動回路が必要などの問題がある。更に、サイリスタを用いた高周波電源共通の問題として、ターンオフタイム定格との関連における周波数限界がある。時分割方式を採用すれば動作周波数範囲を大きくとりうるがコストが高くなるうえに回路が複雑となる。

本文で述べる逆導通サイリスタ方式中点タップ形高周波インバータは、上記高周波インバータ特有の種々の問題を解決する改良形で、図1にその主回路構成を示す。すなわち、電流形でありながら、 di/dt は低く始動回路も不要である。中点タップ形とすることにより、動作周波数 f_0 はゲートトリガ周波数 f_i の2倍となる。従って、市販サイリスタのターンオフタイム定格 $10\mu s$ を考慮した実質的な周波数限界は、80kHz 強まで可能である。またコンデンサを介した中点タップ構成とすることにより、トランスの直流偏磁の問題がない。更に、電流形であるため、入力直流リップル率を大幅に軽減できるなどの優れた特長を有す。

本方式インバータの設計においては、電流形固有の直流リアクトル L_d の大小が di/dt 、入力パワー P 、サイリスタ最大定格 I_{Thmax} 、 V_{Thmax} 更には安定始動動作などに大きく影響する。図2に過渡から定常状態に至る4次 $R-K$ 法数値解析結果に基づく直流リアクトル L_d の定常諸特性に対する影響を示す。解析には下記無次元化パラメータ⁽¹⁾⁽²⁾を用いて諸量を無次元化(*印)している。すなわち、 $\mu=2\pi f_i \sqrt{LC}$ 、 $\lambda=R/2\sqrt{L/C}$ 、 $L=L_1=L_2$ 、 $1/C=1/C_1+1/C_3$ 、 $l=L_d/L$ 、 $C/C_1=C/C_2=P$ 、 $C/C_3=q$ 、 $Z=f_i \cdot t$

図2において、 l の比が10以下ではパワーが入りにくく、50付近で種々の定常諸特性において最適となり、それ以上では、 L_d の効果が飽和することが明らかとなった。図3に試作した本方式インバータ(600W、動作周波数 40kHz)の定常出力電圧波形を示す。最後に本研究に際し適切な御助言を戴いた神戸大学丸橋徹教授ならびに中岡睦雄助教教授に敬意を表するとともに、御べんたつを戴いた阿南工業高等専門学校 西村正太郎校長(大阪大学名誉教授)に深謝する次第です。

Center-Tapped Type High-Frequency Inverter Using Reverse-Conducting Thyristor. By Yoshihiro Hatanaka, Member (Marine Technical College)
畑中義博: 正員, 運輸省海技大学校機関科電気・電子工学担当

図1 逆導通サイリスタ方式中点タップ形高周波インバータ

Fig. 1. Center-tapped type high-frequency inverter using reverse conducting thyristor.

($\mu=0.528$, $\lambda=3.965$, $p=0.33$, $q=0.66$, $f_0=40$ KHz, $L=53\mu H$, $C=0.33\mu F$, 巻数比 $n=n_1/n_2=0.25$)

図2 直流リアクトル L_d の効果

Fig. 2. Effects of feed inductance L_d .

(a) 理論値

$f_t=20KHz$ $f_o=40KHz$

(b) 実測値

($\lambda=3.965$, $l=50$, $n=0.25$, $L=53\mu H$, $C=0.33\mu F$, $P=0.33$, $q=0.66$)

図3 定常出力電圧波形

Fig. 3. Output voltage waveforms in steady-state.
(昭和58年3月11日受付)

文 献

- (1) Y. Hatanaka, et al: "Overlapping Commutation-Mode Analysis of a High-Frequency Inverter", *Int. J. Electronics*, 49, No. 3, 217 (1980)
- (2) Y. Hatanaka, et al: "High-Frequency Inverter by Reverse-Conducting Thyristors for High-Power Ultrasonic Generator", *IEEE Third Intelec*, London U. K., 120 (1981)