学部講議 「パワーエレクトロニクス」 2003 年 11 月 12 日 (水)

演習問題 No.4

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLaTeX 2ε

インバータの各相における電圧はひずみ波形であり、図 1 のように、基本波とその n ($n = 2, 3, 4, \cdots$) 倍の周波数の交流電圧源で模擬できる。このとき、次の問いに答えよ。

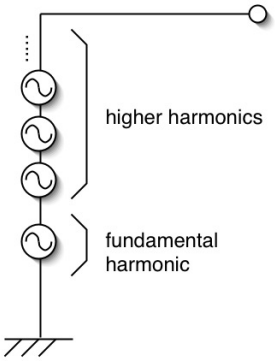


図 1: **基本波と高調波の重畳**

1 各相電圧の模擬

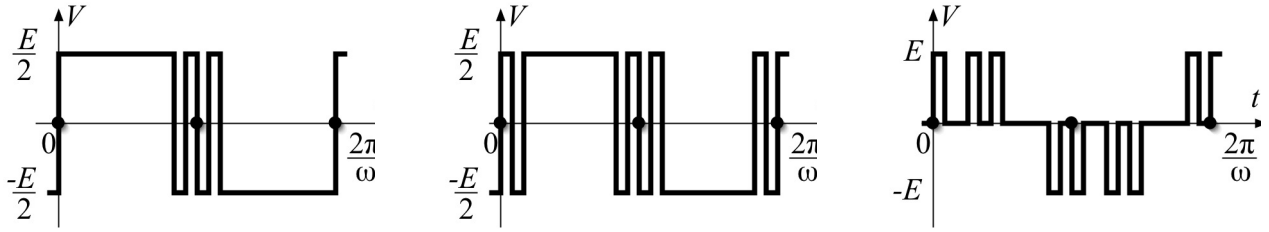
a 相の相電圧の基本波を奇関数とし、次のように仮定する。

$$V_a(t) = V_1 \sin(\omega t) + \sum_{n=2}^{\infty} V_n^c \cos(n\omega t) + \sum_{n=2}^{\infty} V_n^s \sin(n\omega t) \tag{1}$$

b, c 相の相電圧は、a 相の電圧をそれぞれ $\frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}$ だけ遅らせたものであるから、それぞれ次のようになる。

$$V_b(t) = V_a(t - \frac{2\pi}{3\omega}) \tag{2}$$

$$V_c(t) = V_a(t - \frac{4\pi}{3\omega}) \tag{3}$$



(a) 対称性のある波形　　(b) 対称性の高い波形　　(c) 線間電圧

図 2: **様々な波形**

2　相電圧に含まれる高調波

2.1　点対称性と高調波

変調波と搬送波が同期している同期モードの場合、インバータの発生電圧は何らかの対称性を持つのが普通である。図 2 (a) では、$0, \pi$ の所で点対称な波形となっている。このとき、下記の高調波のうち、0 になるものを○で囲め。

$$V_n^c \qquad V_n^s \qquad (n \geq 2)$$

この結果から、$\cos, \sin$ いずれかの成分がなくなることが分かるので、以下では、

$$V_n^c = 0 \text{ なら } V_n = V_n^s \qquad V_n^s = 0 \text{ なら } V_n = V_n^c$$

として記述する。

2.2　上下対称性と高調波

さらに、図 2 (b) の例では、$\frac{\pi}{\omega} \sim \frac{2\pi}{\omega}$ の部分を上下ひっくり返すと $0 \sim \frac{\pi}{\omega}$ の部分と同じ波形になり、対称性が高い[1]。この場合、

$$V_a(t - \frac{\pi}{\omega}) = -V_a(t) \tag{4}$$

が成り立つ。このとき、下記の高調波のうち、0 になるものを○で囲め。

$$V_2 \qquad V_3 \qquad V_5 \qquad V_6 \qquad V_7$$

3　線間電圧に含まれる高調波

電源・負荷側の両方ともを接地する場合を除き、負荷にかかる電圧は線間電圧で見なくてはならない。図 2 (b) の例について線間電圧を考える[2]。a − b 相の線間電圧は図 2 (c) のようになり、式は次のようになる。

$$V_a(t) - V_b(t) \tag{5}$$

下記の高調波のうち、0 になるものを○で囲め。

$$V_2 \qquad V_3 \qquad V_5 \qquad V_6 \qquad V_7$$

[1]点対称性がなくても考えられるが、ここでは簡略化のため図 2 (b) の例とする。
[2]点対称性、上下対称性がない一般的な波形でも考えられるが、ここでは簡略化のため図 2 (b) の例とする。