学部講議 「パワーエレクトロニクス」 2005 年 11 月 16 日 (水)

演習問題 No.4

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLaTeX 2ε

1 チョッパの復習

以下の文章が正しければ○、間違っていれば×をつけよ。間違っている場合は、間違っている部分に下線を引き、できれば訂正せよ。

(1) スイッチングを伴う変換器の大まかな動作解析には、状態平均方程式を用いるとよい。 □

(2) 昇圧チョッパは、電圧が上げられるため、入力電力よりも出力電力の方が大きい。 □

(3) 昇降圧チョッパの構成は、降圧や昇圧に比べて複雑である。 □

(4) 絶縁形コンバータは、直流を一度高周波の交流に変換している。 □

(5) チョッパの動作は、電流連続モードと電流不連続モードで分けて考えるべき。 □

2 インバータの高調波に関する考察

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。

2.1 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。

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

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

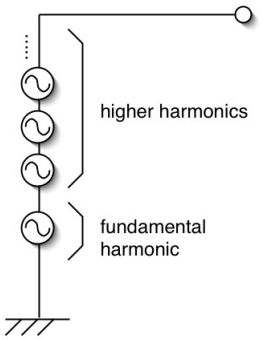
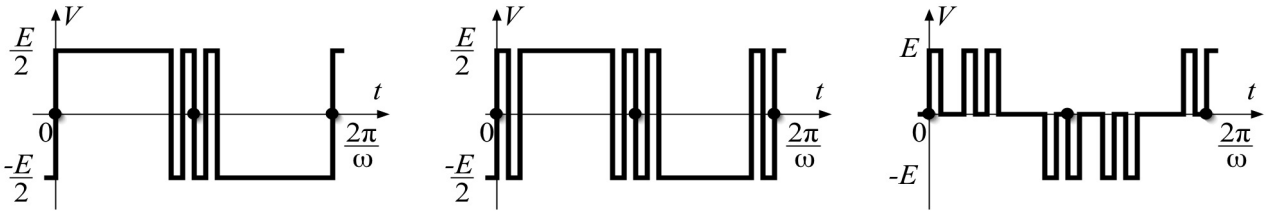


図 1: **基本波と高調波の重畳**



(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**

2.2　相電圧に含まれる高調波

2.2.1　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 になるものを〇で囲め。

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

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。

2.2.2　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 になるものを〇で囲め。

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

[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。