学部講議 「パワーエレクトロニクス」 2003 年 11 月 26 日 (水)

# 演習問題 No.5

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLaTeX 2ε

電圧 $E$ の直流電源を用いた、空間ベクトル方式 PWM インバータの運転を考える。ここで、スイッチング周波数は十分高いとし、数回のスイッチングの間では交流電圧指令値（変調波）が一定とみなせると仮定する。つまり、空間ベクトル上でベクトルは常に同じ場所にあるとみなす。このとき、次の問いに答えよ。

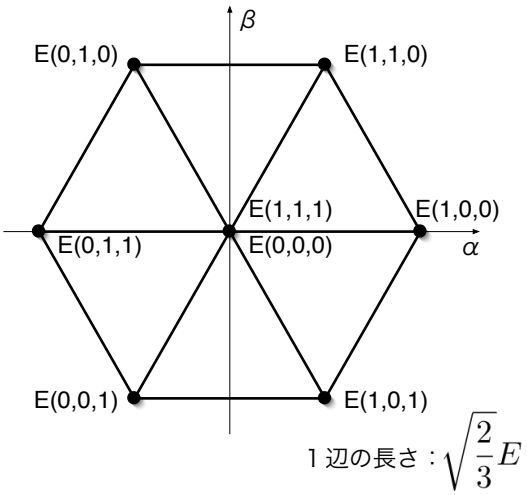


図 1: **空間ベクトル**

## 1 ある瞬間の電圧ベクトル指令

いま、ある瞬間の各相電圧指令値が次のようになっているとする。

$$e_a^* = 0, \quad e_b^* = \frac{E}{4}, \quad e_c^* = -\frac{E}{4} \tag{1}$$

このとき、$\alpha - \beta$ 軸に座標変換すると、$e_\alpha^*, e_\beta^*$ は次のように計算できる。

$$e_\alpha^* = \boxed{\phantom{xxxx}}\,E, \quad e_\beta^* = \boxed{\phantom{xxxx}}\,E \tag{2}$$

この電圧ベクトルを、図 1 の中に、大きさが分かるように記入せよ[1]。

[1]図 1 にある通り、1 辺は $\sqrt{\frac{2}{3}}E$ であることに注意せよ

## 2　電圧ベクトルの基本ベクトルによる指令値の表現

この電圧ベクトルは、基本ベクトル $\mathbf{E}(i,j,k)(i,j,k=0,1)$ のいくつかを使って平均的に表現できる。まず、用いるべき基本ベクトルは、次の 4 つである。

$$\mathbf{E}(0,0,0),\quad \mathbf{E}(1,1,1),\quad \mathbf{E}(\boxed{\phantom{xxxxxx}}),\quad \mathbf{E}(\boxed{\phantom{xxxxxx}})$$

基準電圧ベクトルで作り出したベクトルが、$\mathbf{E}(0,0,0)$ から出発して $\mathbf{E}(0,0,0)$ に戻る時間をスイッチング周期 $T_s$ とする。このとき、これらの電圧ベクトルを発生している時間は、それぞれ次の通りである。

$$T_{0,0,0}=T_{1,1,1}=\boxed{\phantom{xxxxxx}}T_s,\quad T_{\boxed{\phantom{xxxx}}}=\boxed{\phantom{xxxxxx}}T_s,\quad T_{\boxed{\phantom{xxxx}}}=\boxed{\phantom{xxxxxx}}T_s \tag{3}$$

なお、$T_{0,0,0}=T_{1,1,1}$ とするのは、空間ベクトル法の特長で、高調波発生が少なくなる。

使うベクトルの順序は、同時に 2 つのアームのスイッチング状態が変化しない[2]ようにすると、次のようになる。

$$\mathbf{E}(0,0,0)\rightarrow\mathbf{E}(\boxed{\phantom{xxxxxx}})\rightarrow\mathbf{E}(\boxed{\phantom{xxxxxx}})\rightarrow\mathbf{E}(1,1,1)$$
$$\rightarrow\mathbf{E}(\boxed{\phantom{xxxxxx}})\rightarrow\mathbf{E}(\boxed{\phantom{xxxxxx}})\rightarrow\mathbf{E}(0,0,0)$$

最後に、各相の波形を下に示せ[3]。その際、$\mathbf{E}(0,0,0),\mathbf{E}(1,1,1)$ 以外は 2 回現れるので、式 (3) における出力時間を半分ずつに分ける必要がある。

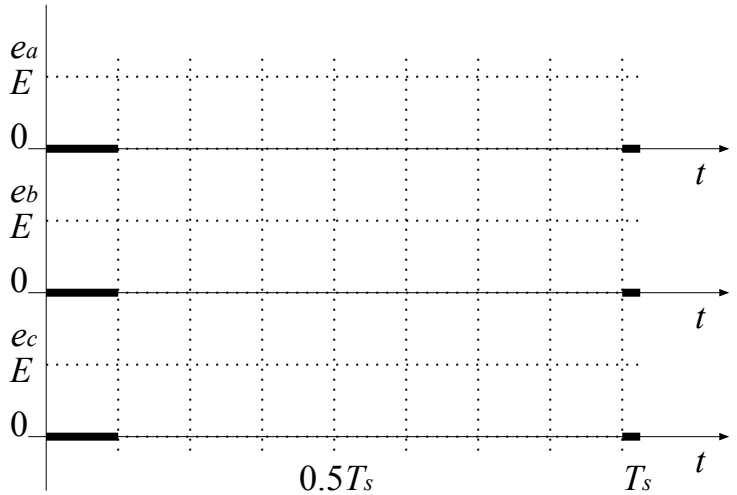


図 2: **各相の波形**

[2]例えば、$\mathbf{E}(0,0,0)\rightarrow\mathbf{E}(1,1,0)$ など

[3]電圧は、$0,E$ にしてあるが、$\pm\frac{E}{2}$ にしても基準電位が違うだけで形は同じである。