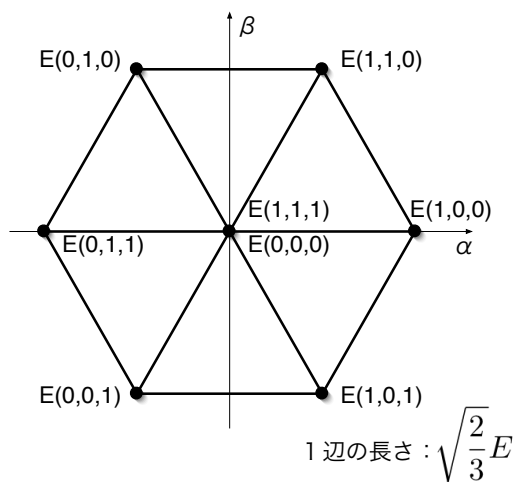


演習問題 No.5

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pL^AT_EX 2_ε

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。



参考:

各電圧ベクトルを α, β で表した座標

$$\mathbf{E}(0,0,0) = \mathbf{E}(1,1,1) = (0,0)$$

$$\mathbf{E}(1,0,0) = \left(\sqrt{\frac{2}{3}}E, 0\right)$$

$$\mathbf{E}(1,1,0) = \left(\sqrt{\frac{1}{6}}E, \sqrt{\frac{1}{2}}E\right)$$

$$\mathbf{E}(0,1,0) = \left(-\sqrt{\frac{1}{6}}E, \sqrt{\frac{1}{2}}E\right)$$

$$\mathbf{E}(0,1,1) = \left(-\sqrt{\frac{2}{3}}E, 0\right)$$

$$\mathbf{E}(0,0,1) = \left(-\sqrt{\frac{1}{6}}E, -\sqrt{\frac{1}{2}}E\right)$$

$$\mathbf{E}(1,0,1) = \left(\sqrt{\frac{1}{6}}E, -\sqrt{\frac{1}{2}}E\right)$$

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。

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

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

$$e_\alpha^* = 0, \quad e_\beta^* = \boxed{} E \quad (2)$$

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 $E(i, j, k) (i, j, k = 0, 1)$ 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、電圧ベクトル指令の近傍にある次の 4 つである。

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

基準電圧ベクトルで作り出したベクトルが、 $E(0, 0, 0)$ から出発して $E(0, 0, 0)$ に戻る時間をスイッチング周期 T_s とする。このとき、下式を満たすよう各ベクトルの出力時間を決めればよい。

$$\frac{1}{T_s} \sum T_{ijk} E(i, j, k) = (e_\alpha^* e_\beta^*) \quad \text{ただし} \quad \sum T_{ijk} = T_s \quad (3)$$

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。

$$T_{0,0,0} = T_{1,1,1} = \boxed{} T_s, \quad T_{\boxed{}} = \boxed{} T_s, \quad T_{\boxed{}} = \boxed{} T_s \quad (4)$$

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。

$$\begin{aligned} E(0, 0, 0) \rightarrow E(\boxed{}) \rightarrow E(\boxed{}) \rightarrow E(1, 1, 1) \\ \rightarrow E(\boxed{}) \rightarrow E(\boxed{}) \rightarrow E(0, 0, 0) \end{aligned}$$

最後に、a 相の電圧波形が下図であった時の b, c 相の波形を下に書き加えよ³。その際、 $E(0, 0, 0), E(1, 1, 1)$ 以外は 1 周期中に 2 回現れるので、式 (4) における出力時間を半分ずつに分ける必要がある。

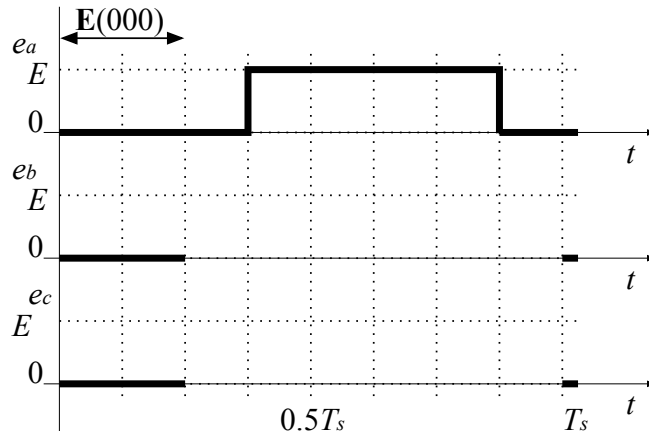


図 2: 各相の波形

²例えば、 $E(0, 0, 0) \rightarrow E(1, 1, 0)$ 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っただけで形は同じである。