

演習問題 No.1

学生番号 _____ 氏名 _____

by Miyatake with pLATEX 2 ϵ

多数のコンバータが介在した図1のシステムについて下記の問いに答えよ。

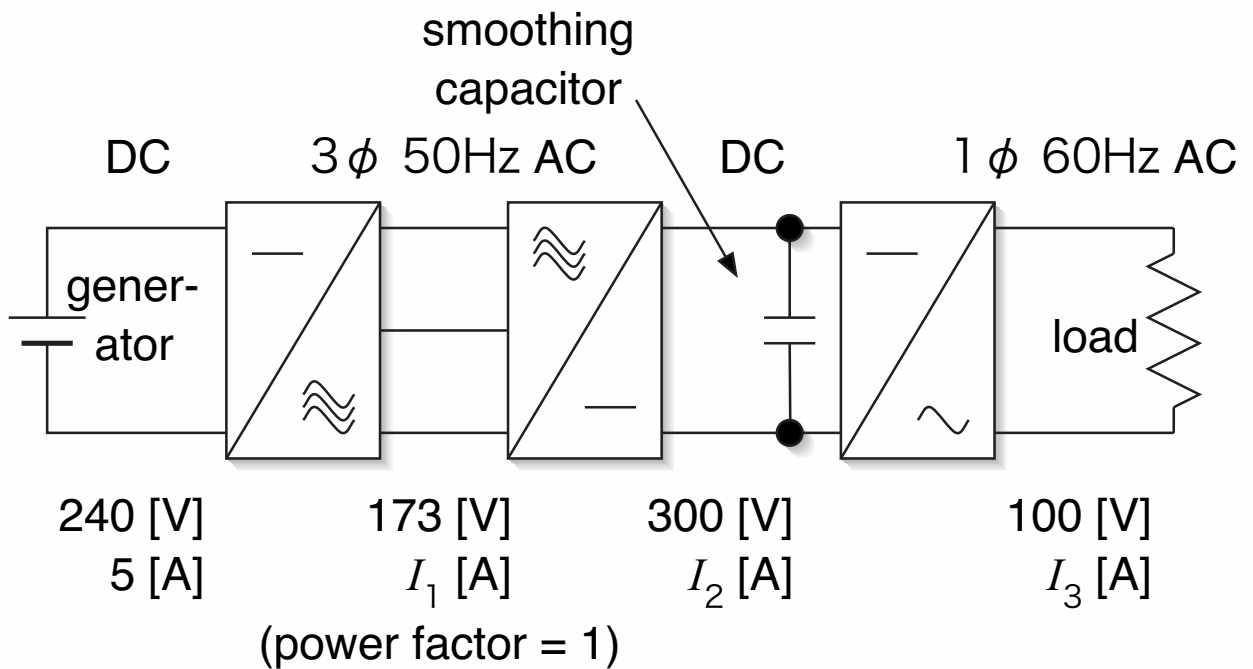


図1: 考えるシステム

1 各部の電流

各部の電流を表す I_1, I_2, I_3 の値を求めよ。ただし、コンバータの損失は無視し、直流電源からの電力は 100% 負荷に送られるものとする。

答え : $I_1 =$, $I_2 =$, $I_3 =$

ヒント) 電力がどの部分でも同じになればよい。ただし、3相では電圧を相電圧ではなく線間電圧で表すことに注意。

2 単相交流の脈動

単相交流は瞬時電力が脈動するため、図 1 右の平滑コンデンサのように、脈動を吸収する要素が必要である。電圧の変動を $\pm 1\%$ 以内に収めるには、最低何 F のコンデンサが必要か計算せよ。ただし、電源部および交流部には電圧の脈動がないと仮定してよい。

答え : $C =$ [F]

ヒント) 厳密ではないが、下記のように考えるとよい。

力率 1 であるから、単相交流側の瞬時電圧・電流が

$$v(t) = \frac{V_o}{\sqrt{2}} \sin \omega t, i(t) = \frac{I_o}{\sqrt{2}} \sin \omega t$$

なら、単相交流の瞬時電力は

$$p(t) = V_o I_o (1 + \cos 2\omega t)$$

となる。この中で、変動分は第 2 項であり、平滑コンデンサで補償すべき電力の変動分を

$$\Delta p(t) = V_o I_o \cos 2\omega t$$

のように取り出す。

一方、直流電圧が基準値 V_{dc} に対して $\Delta v_{dc}(t)$ だけ微小変動しているとする。コンデンサに貯えられているエネルギーは端子電圧で決まるので、基準値の時のエネルギーに対する変動は、

$$\frac{1}{2} C \{V_{dc} + \Delta v_{dc}(t)\}^2 - \frac{1}{2} C V_{dc}^2 = \frac{1}{2} C \{2V_{dc} \Delta v_{dc}(t) + \Delta v_{dc}(t)^2\} \cong C V_{dc} \Delta v_{dc}(t)$$

となる。

エネルギーは電力の積分であるから、直流側と交流側のエネルギー変動について

$$C V_{dc} \Delta v_{dc}(t) = - \int_0^t \Delta p(t) dt = - \frac{V_o I_o}{2\omega} \sin 2\omega t$$

の関係が成り立つ。 $\Delta p(t)$ が正ならば、コンデンサから電荷が放出され、電圧が下がるので、右辺の符号を反転している。この式から、

$$\Delta v_{dc}(t) = - \frac{V_o I_o}{2\omega C V_{dc}} \sin 2\omega t$$

となる。ここで、 $\Delta v_{dc}(t)$ は最大 1% であるから、

$$|\Delta v_{dc}(t)| \leq \frac{V_o I_o}{2\omega C V_{dc}} = 0.01 \cdot V_{dc}$$

と計算できる。後ろの等式から、必要な静電容量 C を求めることができる。