●作戦会議

(1)，(2)は過渡回路，微分方程式，パワエレの３分野をよく理解していないと解けないため，難易度が高め。どちらも重要なのは以下の式である。

$$v = L\frac{di}{dt}$$

(1)回路方程式を立て，積分し，初期値から積分定数を求めていく。回路方程式を立ててからの計算はある程度決まった流れがあるので，何度も解いて体で覚えておきたい。

　また，転流は UV 間で起こるため，短絡リアクタンスは２つ分必要になる。

(2)まず，図２より周期は$\pi/3$である。題意より三相全波整流回路の平均電圧が与えられているので，転流による電圧降下の平均電圧を求めればよい。中々わかりにくい箇所のため，いつもは飛ばし気味に書いている計算途中もできるだけ丁寧に記載した。

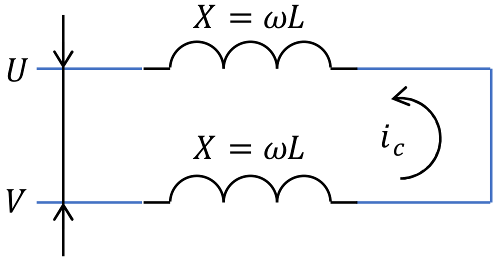
　なお，解答の図を見ればわかると思うが，計算に必要な短絡リアクタンスは１つ分である。

(3)なぜかガクッと難易度が下がる。前半が解けなくてもこの問題だけ解答することも可能だが，それではおそらく合格点はないだろう。~~この問題いる？~~

　入力有効電力と出力直流電力は等しい。後は基本波皮相電力から基本波無効電力を求めれば残りも解けるであろう。

●解答

(1)



$v = \sqrt{2} V_L \, sin\theta$

図より，転流の回路方程式は以下となる

$2L \dfrac{di_c}{dt} = \sqrt{2} V_L sin\theta$（ただし，$L$[H]は短絡リアクタンスＸのインダクタンス）

$2\omega L \dfrac{di_c}{d\omega t} = \sqrt{2} V_L sin\theta$

$2X \dfrac{di_c}{d\theta} = \sqrt{2} V_L sin\theta \ (\because \omega t = \theta)$

$\therefore 2Xi_c = -\sqrt{2} V_L cos\theta + K$ （Kは積分定数）

$\theta = \alpha$のとき，$i_c = 0$ であるから，

$0 = -\sqrt{2} V_L cos\alpha + K$
$\therefore K = \sqrt{2} V_L cos\alpha$

このとき，

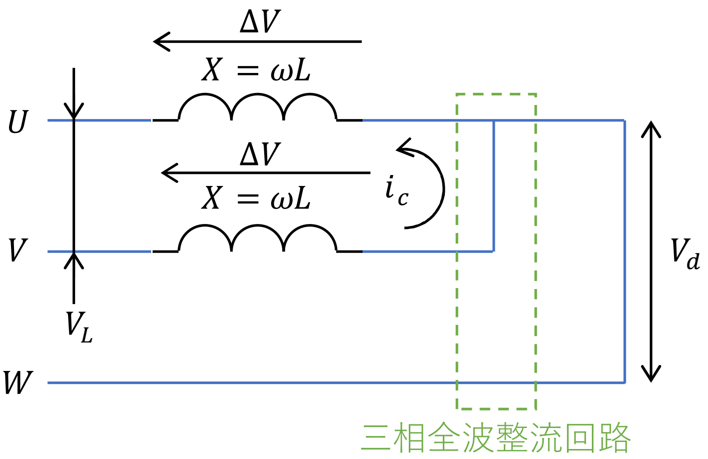
$2Xi_c = -\sqrt{2} V_L cos\theta + \sqrt{2} V_L cos\alpha$

$\rightarrow cos\theta = \cos\alpha - \dfrac{\sqrt{2} X i_c}{V_L}$

また，$\theta = \alpha + \mu$のとき，$i_c = I_d$ゆえ，

$cos(\alpha + \mu) = \cos\alpha - \dfrac{\sqrt{2} X I_d}{V_L}$ ・・・(答)

(2)図２のようにv_{U-W}からv_{V-W}にスイッチングするときを，次のように考える。



ただし，ΔVは重なり角による電圧降下（平均値）である。

図より，V_dは三相全波整流回路の直流平均電圧$\frac{3\sqrt{2}}{\pi}V_L cos\alpha$から$\Delta V$を引いた値になる。

#三相全波交流の平均値の公式$\frac{3\sqrt{6}}{\pi}Vcos\alpha$の$V$は相電圧である。

周期は$\frac{\pi}{3}$であるから，

$$\Delta V = L \times \frac{1}{\frac{\pi}{3}}\int_{\alpha}^{\alpha+\mu}\frac{di_c}{dt}\cdot d\theta = \omega L\frac{3}{\pi}\int_{\alpha}^{\alpha+\mu}\frac{di_c}{d\omega t}\cdot d\theta = X\frac{3}{\pi}\int_{\alpha}^{\alpha+\mu}\frac{di_c}{d\theta}\cdot d\theta = \frac{3X}{\pi}\int_{0}^{I_d}di_c$$

$$= \frac{3X}{\pi}[i_c]_0^{I_d} = \frac{3XI_d}{\pi}$$

$$\therefore V_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}V_L cos\alpha - \Delta V = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}V_L cos\alpha - \frac{3}{\pi}XI_d \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

(3)

a.

○それぞれの変換装置の入力有効電力P_1，P_2

入力有効電力は直流側の出力電力と等しくなるので，

$P_1 = V_{d1} I_d = 400 \times 1000 \times 10^{-3} = 400[\mathrm{kW}]$　　・・・（答）

$P_2 = V_{d2} I_d = -300 \times 1000 \times 10^{-3} = -300[\mathrm{kW}]$　　・・・（答）

○それぞれの変換装置の基本波無効電力Q_1，Q_2

それぞれの皮相電力の値は等しく，Sとおくと，

$$S = \sqrt{3} V_L I_L = \sqrt{3} \times 500 \times \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times 1000 \times 10^{-3} = 500[\mathrm{kV \cdot A}]$$

したがって，

$Q_1 = \sqrt{S^2 - {P_1}^2} = \sqrt{500^2 - 400^2} = 300[\mathrm{kvar}]$　　・・・（答）

$Q_2 = \sqrt{S^2 - {P_2}^2} = \sqrt{500^2 - 300^2} = 400[\mathrm{kvar}]$　　・・・（答）

○合計の入力有効電力P

$P = P_1 + P_2 = 400 - 300 = 100[\mathrm{kW}]$　　・・・（答）

○合計の基本波無効電力Q

$Q = Q_1 + Q_2 = 300 + 400 = 700[\mathrm{kvar}]$　　・・・（答）

b.

$cos\phi_1 = \dfrac{P}{\sqrt{P^2 + S^2}} = \dfrac{100}{\sqrt{100^2 + 700^2}} \fallingdotseq 0.14142 \rightarrow 0.142$　　・・・（答）