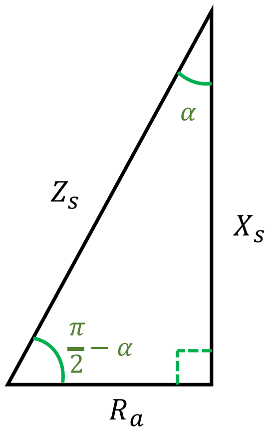
●作戦会議

　私は抵抗を無視しないフェーザ図の問題は選ばない。理由は絶対に面倒だから。この問題も然り。ただ，(1)と(2)が完全に分離されているのがせめてもの救いか。(2)も別の意味で面倒ではあるが。全体的に同期機への理解と，高校数学の知識とを最大限に活用する必要がある問題であり，かなり厄介。

(1)出力とトルクは等しいので，電流を立式して出力を求めればよい。その際にαの扱いにだけは注意する。解答では公式から説明したが，別解として下図を解答に記載してもよいだろう。



(2)a，b は問題文をよく読めば，まだわかる範囲ではなかろうか。相差角が９０°を超えると脱調することは覚えておく必要がある。この臨界点のトルクを脱出トルクと呼ぶ。

　c については，要するに P―δ曲線を描いて，加速エネルギーと減速エネルギーの面積を比較すればよい。面積ということは積分計算だ。なお，題意で与えられているθの値の１つは使う必要がないことに気がつくと，少し計算で楽ができる。

　b において V が， c においてはδが可変パラメータである。

●解答

(1)

$$\dot{Z}_s = Z_s e^{jtan^{-1}\frac{X_s}{R_a}}$$

$\alpha = \tan^{-1}\dfrac{R_a}{X_s}$ゆえ，$\dot{Z}_s = Z_s e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)}$

$\left(\because \dfrac{R_a}{X_s} = tan\alpha\right.$のとき，$\dfrac{X_s}{R_a} = \dfrac{1}{tan\alpha} = tan\left(\dfrac{\pi}{2} - \alpha\right)$ゆえ，$\left. tan^{-1}\dfrac{X_s}{R_a} = \dfrac{\pi}{2} - \alpha\right)$

また，電流を電圧とインピーダンスで表すと，

$$\dot{I} = \frac{\dot{V} - \dot{E}}{\dot{Z}_s} = \frac{Ve^{j\delta} - E}{Z_s e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)}} = \frac{V}{Z_s}e^{j\left(\delta+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)} - \frac{E}{Z_s}e^{j\left(\alpha-\frac{\pi}{2}\right)}$$

単位法において，トルクと出力は等しくなるので，

$$T = \mathrm{Re}\left[\dot{E}\bar{\dot{I}}\right] = Re\left[\frac{EV}{Z_s}e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\delta-\alpha\right)} - \frac{E^2}{Z_s}e^{j\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)}\right] = \frac{EV}{Z_s}cos\left(\frac{\pi}{2} - \delta - \alpha\right) - \frac{E^2}{Z_s}cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$$

$$= \frac{EV}{Z_s}sin(\delta + \alpha) - \frac{E^2}{Z_s}sin\alpha[\mathrm{p.u.}] \qquad ・・・(答)$$

(2)

a 電機子巻線抵抗を無視し，力率を 1.0 とすると，フェーザ図は次のようになる。

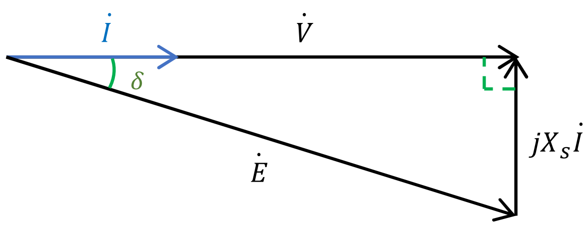


図 1

図 1 より，

$E=\sqrt{V^2+(X_sI)^2}=\sqrt{1.0^2+(1.0\times1.0)^2}=\sqrt{2}\to1.41[\mathrm{p.u.}]$　　・・・(答)

さらに図 1 より，

$cos\delta=\dfrac{V}{E}=\dfrac{1}{\sqrt{2}}\to\delta=\dfrac{\pi}{4}\fallingdotseq0.7854\to0.785[\mathrm{rad}]$　　・・・(答)

このとき，$sin\delta=\dfrac{1}{\sqrt{2}}$であるから，(1)の結果に $\alpha=0$，$Z_s=X_s$を代入すると，

$T=\dfrac{VE}{X_s}sin\delta=\dfrac{\sqrt{2}\times1.0}{1.0}\times\dfrac{1}{\sqrt{2}}=1.00[\mathrm{p.u.}]$　　・・・(答)

また，脱出トルクはトルクTが最大のとき，すなわち$sin\delta=1.0$のときであるから，

$T_{max}=\dfrac{\sqrt{2}\times1.0}{1.0}\times1.0=\sqrt{2}\to1.41[\mathrm{p.u.}]$　　・・・(答)

b 定格トルク（$T=1.0$）の状態で脱調（$sin\delta=1.0$）するとき，トルクTについて以下の式が成り立つ。

$T=\dfrac{\sqrt{2}\times V}{1.0}\times1.0=1.0$

$\therefore V=\dfrac{1}{\sqrt{2}}\fallingdotseq0.70711\to0.707[\mathrm{p.u.}]$　　・・・(答)

c

$T=\sqrt{2}sin\delta$であるから，T_{OL}のときのδをδ_1，δ_2とし，

軸出力トルクT―内部相差角δの関係を図にすると，次のようになる。

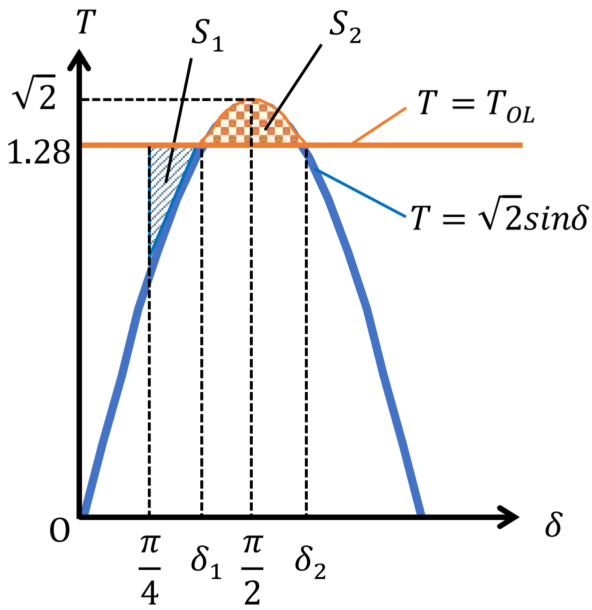


図 2

脱調が起こるか否かは，図の面積 S_1，S_2を比較すればよい。

$$S_1 = \int_{\frac{\pi}{4}}^{\delta_1} (T_{OL} - \sqrt{2}sin\delta)d\delta$$

$$S_2 = \int_{\delta_1}^{\delta_2} (\sqrt{2}sin\delta - T_{OL})d\delta$$

また，$T_{OL} = 1.28 = \sqrt{2}sin\delta$のとき，$sin\delta = \dfrac{1.28}{\sqrt{2}} = 0.90510$ ゆえ，

題意より，$\delta_2 = 2.0100$，$cos\delta_2 = -\sqrt{1 - 0.90510^2} \fallingdotseq -0.42520 \left(\because \delta_2 > \frac{\pi}{2}\right)$

$$\therefore S_1 - S_2 = \int_{\frac{\pi}{4}}^{\delta_2} (T_{OL} - \sqrt{2}sin\delta)d\delta = [1.28\delta + \sqrt{2}cos\delta]_{\frac{\pi}{4}}^{\delta_2}$$

$$= 1.28 \times \left(2.0100 - \frac{\pi}{4}\right) + \sqrt{2}\left(-0.42520 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \fallingdotseq -0.03384 < 0$$

以上より加速エネルギーS_1 <減速エネルギーS_2であり，δはδ_2まで到達せず，

どこかで折り返しδ_1に向かう。したがって，脱調は起こらない。　　　・・・(答)