●作戦会議

　超難問。私なりに解答を極限まで簡素化したが，それでもなおこのボリュームである。まずは解く前に，この問題の(2)を読み，いかに面倒くさい問題であるか理解できるようなる必要がある。

　例にもれず，本番で選択したくはないが良問なので，何も見ないで最後まで解けるようになっておきたい。

(1)まずこの問題がややこしく，ここで間違うと(2)が全く解けないので完答する必要がある。π字に分けるとき，送電線の静電容量を半分にする必要がある。静電容量の並列とインピーダンスの並列をごっちゃにしないようによく考えて答えよう。

(2)以下，この問題が難問である理由。

・(1)を間違えていると，以下の計算がすべて合わない（部分点はあるが合格点はおそらくない。採点者も内容を追うのが大変だし）。

・F パラメータ，電圧降下の式など，主要な解き方だと計算が煩雑になる。特に電圧降下の公式をそのまま使用する場合，二次方程式を解き，その解を使用してさらに二次方程式を解く必要があるので，桁落ち防止のため有効数字がかなり必要。

・受電端と中間地点の電圧の位相が異なる。複素計算で解いていく場合，複素数の回転の知識が必要になる。

・中間地点の電圧が基準電圧ではなく，1.02 であることを忘れてしまいがち。

　解き方はいくつかあるが，調相設備の電流を電圧降下の関係から求めていくのがよいだろう。

　さて，以前から何度か述べているが，この問題を解く前に重要なテクニックとして，同じような計算を複数行う場合，最後まで値を代入しないということを覚えておいてほしい。え？この問題の場合，1 度目の解を 2 度目の計算で使用するからそれは無理だって？まあ，やりようはある。以下，解答をどうぞ。

　また，最後に複素数の回転について少し解説を用意した。

●解答

(1)

○送電線 1 回線 1 区間のπ形等価回路

送電線のインダクタンスから，インピーダンスを求めると，

$$2\pi \times 50 \times 0.8 \times 10^{-3} \times 100 = 25.12[\Omega]$$

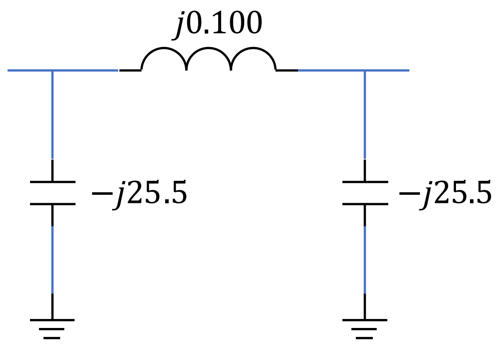
送電線の静電容量の半値から，インピーダンスを求めると，

$$\frac{1}{\frac{1}{2} \times 2\pi \times 50 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 100} \fallingdotseq 6369.4[\Omega]$$

基準インピーダンスは$\frac{500^2}{1000} = 250[\Omega]$であるから，それぞれ，

$$j\frac{25.12}{250} = j0.10048, \qquad -j\frac{6369.4}{250} \fallingdotseq -j25.478$$

したがって，π形等価回路は次のようになる。



○空白A~Eに当てはまる定数

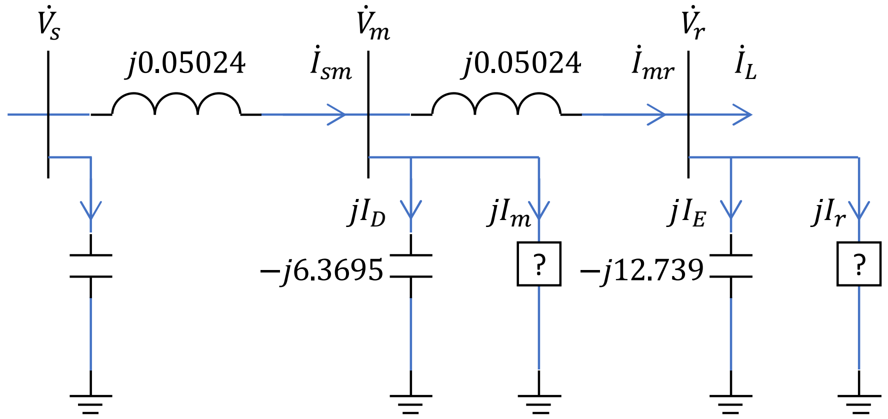
上記の結果と図 2 の等価回路図より，

$$\mathrm{A} = \mathrm{B} = \frac{j0.10048}{2} = j0.05024 \to j0.0502 \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

$$\mathrm{C} = \mathrm{E} = -\frac{j25.478}{2} = -j12.739 \to -j12.7 \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

$$\mathrm{D} = -\frac{j25.478}{4} = -j6.3695 \rightarrow -j6.37 \qquad \cdot\cdot\cdot(答)$$

(2)



図のように，中間開閉所及び受電端の調相設備に流れる電流をそれぞれ$\dot{V}_r$，$\dot{V}_m$を基準としてjI_m，jI_rとおく（他のパラメータの説明は省略）。

まず，リアクタンスjX，送電端電圧$\dot{V}_1$，受電端電圧$\dot{V}_2 = V_2$，受電端電流$\dot{I} = I_p + jI_q$のときを考える。この場合，電圧降下の関係から以下の式が成り立つ。

$$\dot{V}_1 = \dot{V}_2 + jX\left(I_p + jI_q\right) = V_2 - XI_q + jXI_p$$

$$V_1{}^2 = \left(V_2 - XI_q\right)^2 + X^2 I_p{}^2$$

$$V_2 - XI_q = \pm\sqrt{V_1{}^2 - X^2 I_p{}^2}$$

$$\therefore I_q = \frac{V_2 \pm \sqrt{V_1{}^2 - X^2 I_p{}^2}}{X} \qquad \cdot\cdot\cdot ①$$

#覚える公式ではない。この問題のために用意した。

○受電端

電流値は$\dot{I}_{mr} = \dot{I}_L + j(I_E + I_r)$

$\dot{I}_L = \dfrac{P_r - jQ_r}{\bar{\dot{V}}_r} = 0.8 - j0.6, \qquad jI_E = \dfrac{1.0}{-j12.739} \fallingdotseq j0.078499$ ゆえ,

$\dot{I}_{mr} = 0.8 + j(I_r - 0.521501)$

①に各パラメータを代入すると,

$$I_r - 0.521501 = \frac{1.0 \pm \sqrt{1.02^2 - 0.05024^2 \times 0.8^2}}{0.05024} \fallingdotseq -0.382321 \left(\text{正側は不適}\right)$$

$\therefore I_r = 0.13918$

したがって，受電端の調相設備の容量は,

$0.13918 \times 1 = 0.13918[\mathrm{p.u.}] \to 139[\mathrm{MV \cdot A}]$（進み）　　　・・・(答)

#電流の虚部が正なので，調相設備は進み（コンデンサ）である。

○中間開閉所

$\dot{V}_m = \dot{V}_r + j0.05024\dot{I}_{mr} = 1.0 + j0.05024(0.8 - j0.382321) \fallingdotseq 1.019208 + j0.040192$

ここで，$\dot{V}_m = V_m = 1.02$になるように，$\dot{I}_{mr}$を回転させる。

$$\dot{I}_{mr} = (0.8 - j0.382321) \times \frac{1.019208 - j0.040192}{1.02} \fallingdotseq \frac{1}{1.02}(0.80000 - j0.42182)$$

$$\fallingdotseq 0.78431 - j0.41355$$

#$I_{mr} = \sqrt{0.8^2 + 0.382321^2} = \sqrt{0.78431^2 + 0.41355^2} \fallingdotseq 0.88666$ となっていることを検算しておこう。

したがって，$\dot{I}_{sm} = \dot{I}_{mr} + j(I_D + I_m)$であり,

$jI_D = \dfrac{1.02}{-j6.3695} \fallingdotseq j0.16014$ であるから,

#$V_m = 1.02$であることを忘れないように注意！

$\dot{I}_{sm} = 0.78431 + j(I_m - 0.25341)$

①に各パラメータを代入すると,

$$I_m - 0.25341 = \frac{1.02 \pm \sqrt{1.03^2 - 0.05024^2 \times 0.78431^2}}{0.05024} \fallingdotseq -0.184037 \left(\text{正側は不適}\right)$$

$\therefore I_m = 0.069373$

したがって，受電端の調相設備の容量は，基準電圧における無効電力であることに注

意すると，

$$0.069373 \times \frac{1}{1.02} \fallingdotseq 0.068013[\mathrm{p.u.}] \rightarrow 68.0[\mathrm{MV \cdot A}]$$（進み）　　　・・・（答）

#$V_m = 1.02$であることを忘れないように注意！

●参考

○複素数の回転

$\dot{Z}_1 = Z_1 e^{j\theta_1}, \dot{Z}_2 = Z_2 e^{j\theta_2}$のとき，$\dot{Z}_1 \times \dot{Z}_2 = Z_1 Z_2 e^{j(\theta_1 + \theta_2)}$である。

これは，$\dot{Z}_1$の大きさがZ_2倍になり，角度がθ_2だけ回転したと捉えることができる。

このことから，ある複素数を$\dot{Z}_2 = Z_2 e^{j\theta_2}$の角度$\theta_2$だけ回転させたい場合，

その複素数に$\frac{\dot{Z}_2}{Z_2}$を掛ければよいことがわかる。

本問の場合，$\dot{I}_{mr}$を$\dot{V}_m$が位相 0 となるように回転させたかった。$\dot{V}_m = V_m e^{j\theta}$が位相 0

になるように回転させるためには，$\overline{\dot{V}_m} = V_m e^{-j}$ を掛ければよいので，

$\dot{I}_{mr}$に$\frac{\overline{\dot{V}_m}}{V_m}$を掛けている。