令和４年度第二種電気主任技術者二次試験　標準解答

配点：一題当たり 30 点

電力・管理科目　４題×30 点＝120 点

機械・制御科目　２題×30 点＝ 60 点

＜電力・管理科目＞

〔問１の標準解答〕

貯水容量 V[m³]，自然流量 Q[m³/s]及びピーク負荷時間 T[h]としたときのピーク負荷時使用水量 Q_p，オフピーク負荷時使用水量 Q_o は以下のとおり。

$$Q_p = Q + \frac{V}{60 \times 60 \times T}$$

$$Q_o = Q - \frac{V}{60 \times 60 \times (24 - T)}$$

よって，題意より，

$$Q_p = 20 + \frac{180 \times 10^3}{3\,600 \times 6} = 28.333\ \mathrm{m^3/s}$$

$$Q_o = 20 - \frac{180 \times 10^3}{3\,600 \times 18} = 17.222\ \mathrm{m^3/s}$$

ピーク時出力を P_p[kW]，オフピーク時出力を P_o[kW]とすると，

$$P_p = 9.8 \times 28.333 \times 60 \times 0.85 = 14\,161 = 14\,200\ \mathrm{kW}$$ ・・・（答）

$$P_o = 9.8 \times 17.222 \times 60 \times 0.80 = 8\,101.2 = 8\,100\ \mathrm{kW}$$ ・・・（答）

〔問２の標準解答〕

(1)　以下の避雷器の設置上の留意点及びその理由から一つ記載されていればよい。

・避雷器は線路引込口や極力被保護機器に近く設置する（約 50 m 以下）ことが望ましく，距離があまり遠くなると被保護機器の端子に加わる異常電圧の値は避雷器の制限電圧に比べて高くなり，これを設置した効果がなくなる。

・避雷器と大地間の接地線は極力接地抵抗（インピーダンス）を小さくし，高周波サージに対するインダクタンスを抑えることで，避雷器－大地間の電圧上昇に

より保護レベルに影響をおよぼさないようにする。

(2) 以下の酸化亜鉛形避雷器の特徴とメリットから三つ記載されていればよい。

・直列ギャップがないため放電電圧－時間特性に関係する課題がなく，機器絶縁に対する保護レベルが向上する。

・微小電流から大電流サージ領域まで高い非直線抵抗特性を有することで過電圧を抑制することができる。

・素子の単位体積当たりの処理エネルギーが大きいので，従来に比べ寸法の小型化と構造の簡素化が実現できる。

・並列素子数を増加することにより，許容される吸収エネルギーの増加が図れ,サージに対する耐量が向上する。

・無続流のため，多重雷などに対する動作責務に余裕があり温度上昇が少なく，機器の長寿命化が期待できる。

・降雨等による汚損及び洗浄時の不均一電位分布などの問題がなく，局部アークの発生を抑制することができる。

(3)

・課電率を高くすることで，保護レベルを低く設定でき，絶縁設計の合理化が実現できるが，機器寿命が短くなるためこの経済バランスを考慮した仕様検討が必要となる。

〔問３の標準解答〕

負荷端における電力の平衡式は下記。

$P+\mathrm{j}Q=$ 負荷電力$\left(0.5+\mathrm{j}0.2\right)+$ 調相設備電力

左辺を各電圧変数で表すと，線路電流を $\dot{I}$，無限大母線から負荷母線に至る全体のリアクタンスを X_{total} とするとき，

$$
\begin{aligned}
P+\mathrm{j}Q=\dot{V}_{\mathrm{d}}\dot{I}^{*}=\dot{V}_{\mathrm{d}}\left[\frac{\left(\dot{V}_0-\dot{V}_{\mathrm{d}}\right)}{\mathrm{j}X_{\mathrm{total}}}\right]^{*}\\
&=\mathrm{j}\frac{V_0\dot{V}_{\mathrm{d}}-V_{\mathrm{d}}^2}{X_{\mathrm{total}}}\\
&=\mathrm{j}\frac{V_0V_{\mathrm{d}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\theta_{\mathrm{d}}}-V_{\mathrm{d}}{}^2}{X_{\mathrm{total}}}\\
&=\mathrm{j}\frac{V_0V_{\mathrm{d}}(\cos\theta_{\mathrm{d}}+\mathrm{j}\sin\theta_{\mathrm{d}})-V_{\mathrm{d}}^2}{X_{\mathrm{total}}}\\
&=-\frac{V_0V_{\mathrm{d}}\sin\theta_{\mathrm{d}}}{X_{\mathrm{total}}}+\mathrm{j}\frac{V_0V_{\mathrm{d}}\cos\theta_{\mathrm{d}}-V_{\mathrm{d}}^2}{X_{\mathrm{total}}}
\end{aligned}
$$

また，右辺は，

$$
\begin{aligned}
&0.5+\mathrm{j}0.2+\dot{V}_{\mathrm{d}}(\mathrm{j}Y_{\mathrm{d}}\dot{V}_{\mathrm{d}})^{*}\\
&=0.5+\mathrm{j}(0.2-Y_{\mathrm{d}}V_{\mathrm{d}}^2)
\end{aligned}
$$

すなわち，

$$
\begin{cases}
-\dfrac{V_0V_{\mathrm{d}}\sin\theta_{\mathrm{d}}}{X_{\mathrm{total}}}=0.5\\
\dfrac{V_0V_{\mathrm{d}}\cos\theta_{\mathrm{d}}-V_{\mathrm{d}}^2}{X_{\mathrm{total}}}=0.2-Y_{\mathrm{d}}V_{\mathrm{d}}^2
\end{cases}
$$

（参考： $\mathrm{j}Y_{\mathrm{d}}$ は，コンデンサの場合は $\mathrm{j}\omega C\left(Y_{\mathrm{d}}>0\right)$，リアクトルの場合は $\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L}\left(Y_{\mathrm{d}}<0\right)$ の単位法表示を総称した変数。この $\mathrm{j}Y_{\mathrm{d}}$ で消費される電力は「$-Y_{\mathrm{d}}V_{\mathrm{d}}{}^2$」の負符号の遅れ無効電力。そこで，$Y_{\mathrm{d}}$ による無効電力の流れる向きを母線 d に入る向きとし，「$+Y_{\mathrm{d}}V_{\mathrm{d}}{}^2$ の無効電力供給源」とする考えもある。）

(1) 上式の実数分等価式（P 潮流等価）に sin が含まれており，その式を用いる。

$X_{\mathrm{total}}=\dfrac{0.8}{2}+0.2=0.6$ なので，

※式(P+jQ)の３行目の誤植を修正しました。

$$-\frac{V_0 V_d \sin\theta_d}{X_{total}} = 0.5$$
$$\Rightarrow -\frac{1.1\times 1.05\times \sin\theta_d}{0.6} = 0.5$$

これから，

$$\sin\theta_d = -\frac{0.5\times 0.6}{1.1\times 1.05}$$
$$= -0.259\,74$$

$\sin\theta_d = -0.260$ ・・・（答）

（2） 上式の虚数分等価式（Q 潮流等価）を取り出すと，

$$Q = \frac{V_0 V_d \cos\theta_d - V_d^2}{X_{total}}$$
$$\Rightarrow \frac{1.1\times 1.05\times \cos\theta_d - 1.05^2}{0.6}$$
$$= 1.925\cos\theta_d - 1.837\,5$$

$Q = 1.93\cos\theta_d - 1.84$ ・・・（答）

（3） 上記 Q 式と冒頭式の Q 平衡式から，

$$Q = 1.925\cos\theta_d - 1.837\,5 = 0.2 - 1.05^2 Y_d$$

Y_d を左辺に移行して，

$$Y_d = \frac{-1.925\cos\theta_d + 2.037\,5}{1.05^2}$$
$$= -1.746\,0\cos\theta_d + 1.848\,1$$

$Y_d = -1.75\cos\theta_d + 1.85$ ・・・（答）

（4） 上記設問の右辺 $\cos\theta_d$ は小問（1）の答を用いて，

$$\cos\theta_d = \pm\sqrt{1-\sin\theta_d{}^2}$$
$$= \pm\sqrt{1-(-0.259\,74)^2}$$
$$= \pm 0.965\,68$$

題意より $\left|\theta_{\mathrm{d}}\right| < \dfrac{\pi}{2}$（$\cos\theta_{\mathrm{d}} > 0$）なので正値を採用。この値を小問(3)の式に代入して，

$$
\begin{aligned}
Y_{\mathrm{d}} &= -1.746\,0 \times 0.965\,68 + 1.848\,1 \\
&= 0.162\,02
\end{aligned}
$$

$Y_{\mathrm{d}} = 0.162$ ・・・（答）

〔問４の標準解答〕

(1) 受電設備容量 300 kV･A 以下の主遮断装置には，高圧限流ヒューズ(PF)と負荷開閉器(LBS 又は S)を組み合わせた方式が主に用いられる。

地絡事故が発生したときは地絡リレー(GR)又は地絡方向リレー(DGR)で検出し開閉器をトリップ(※)させ，短絡事故のときは，短絡電流が大電流であるため PF で遮断する。

300 kV･A 以上の主遮断装置には，真空遮断器(VCB)などの遮断器(CB)と地絡・短絡などのリレーを組み合わせた方式が主に用いられる。

地絡，短絡などの事故，あるいは過負荷が発生したときは，GR 又は DGR，過電流リレー(OCR)などで検出(※)し CB を遮断させ設備を保護する。

※地絡事故時の保護は，PAS の取り付けに言及した場合，PAS を遮断も可

（・地絡リレー(GR)は，地絡過電流リレー(OCGR)でも可
・負荷開閉器は，高圧交流負荷開閉器でも可）

(2) DGR は，零相電圧検出器(ZPD)で零相電圧(V_0)，零相変流器(ZCT)で零相電流(I_0)を同時に検出する。また，V_0 と I_0 の位相から地絡電流の方向を判別することで，地絡事故が自家用構内側か構外側かを区別している。

GR は，ZCT のみしか使用していないため，一定以上の I_0 が流れた場合に地絡事故の判定をする。零相電流の値のみのため，誤作動の可能性がある。

〔問５の標準解答〕

（1）２割

（2）

①電力需給

再生可能エネルギーの発電量は，天候や季節により変動してコントロールが難しいため，調整力が不足すると需給バランスに問題が生じる。

②送配電設備容量

電力需要が少ないエリアなどで再生可能エネルギーが大量に導入されると，既存の一部の送電線や連系線の設備容量が不足し，送電に問題が生じる。

③安定度

非同期電源である太陽光発電などが大量に導入され，火力発電等の同期電源の割合が減少すると，系統全体の慣性力・同期化力が減少し，事故時の安定度に問題が生じる。

〔問６の標準解答〕

（1）需要設備 a，b，c の最大電力[kW]を，それぞれ P_a，P_b，P_c とすると，

最大電力＝設備容量×力率×需要率の関係があるので，

$$\left.\begin{aligned} P_a &= 9\,000\times0.9\times0.6 = 4\,860\ \mathrm{kW} \\ P_b &= 5\,000\times0.9\times0.7 = 3\,150\ \mathrm{kW} \\ P_c &= 3\,000\times0.9\times0.8 = 2\,160\ \mathrm{kW} \end{aligned}\right\}\ \cdots(答)$$

（2）配電線 A，B の最大電力を，それぞれ P_A，P_B とすると，

総合最大電力＝合計最大電力／不等率の関係があるので，

$$P_A = 4\,860\ \mathrm{kW}$$

$$P_B = \frac{3\,150 + 2\,160}{1.25} = 4\,248\ \mathrm{kW}$$

よって，同様に，変電所の総合最大電力 P_S は，

$$P_S = \frac{P_A + P_B}{1.1} = \frac{4860 + 4248}{1.1} = 8280\ \mathrm{kW}\ \cdots(答)$$

(3) 需要設備 a，b，c の平均電力[kW]を，それぞれ $\overline{P_{\mathrm{a}}}$, $\overline{P_{\mathrm{b}}}$, $\overline{P_{\mathrm{c}}}$ とすると，

平均電力＝最大電力×負荷率の関係があるので，

$$\left.\begin{aligned}\overline{P_{\mathrm{a}}} &= 4\,860\times0.7 = 3\,402 \to 3\,400\,\mathrm{kW}\\ \overline{P_{\mathrm{b}}} &= 3150\times0.8 = 2\,520 \to 2\,520\,\mathrm{kW}\\ \overline{P_{\mathrm{c}}} &= 2160\times0.6 = 1\,296 \to 1\,300\,\mathrm{kW}\end{aligned}\right\}\quad\cdots(\text{答})$$

(4) 変電所の平均電力を $\overline{P_{\mathrm{S}}}$ とすると，

$$\overline{P_{\mathrm{S}}} = \overline{P_{\mathrm{a}}} + \overline{P_{\mathrm{b}}} + \overline{P_{\mathrm{c}}}$$

よって，小問(3)で示した関係式より，変電所の総合負荷率 LF は，

$$LF = \frac{\overline{P_{\mathrm{S}}}}{P_{\mathrm{S}}}\times100$$

$$= \frac{3\,402+2\,520+1\,296}{8\,280}\times100 \fallingdotseq 87.17 \to 87.2\,\% \cdots(\text{答})$$

＜機械・制御科目＞

〔問１の標準解答〕

(1)

$S_N = \sqrt{3} V_N I_N$ より，

定格電流は， $I_N = \dfrac{S_N}{\sqrt{3} V_N} = \dfrac{5\,000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6\,000} = 481.13 \rightarrow$ 481 A ・・・(答)

(2)

短絡比 K は定義から，短絡電流と定格電流の比なので，次のようになる。

$$K = \frac{300}{481.13} = 0.623\,53 \rightarrow 0.624 \quad \cdots(\text{答})$$

(3)

基準インピーダンスは，定格電圧と定格電流から，

$$Z_N[\Omega] = \frac{V_N}{\sqrt{3} I_N} = \frac{6\,000}{\sqrt{3} \times 481.13} = 7.199\,9 \rightarrow 7.20\,\Omega \quad \cdots(\text{答})$$

(4)

抵抗を無視しているので，同期リアクタンスは同期インピーダンスと等しい。短絡比は同期インピーダンス(p.u.)の逆数なので，同期インピーダンス[Ω]は，基準インピーダンス[Ω]と短絡比から求めることができる。

したがって，

$$X_S[\Omega] \approx Z_S[\Omega] = \frac{1}{K} \cdot \frac{V_N}{\sqrt{3} I_N} = \frac{1}{0.623\,53} \times \frac{6\,000}{\sqrt{3} \times 481.13} = 11.547 \rightarrow 11.5\,\Omega \cdots(\text{答})$$

(5)

電圧変動率は，

$$\varepsilon = \frac{V_0 - V_N}{V_N} \times 100[\%]$$

と定義される。ここで， V_0 は無負荷時の線間電圧， V_N は運転時の線間電圧である。無負荷時の電圧を求めるための，等価回路よりフェーザ図を描くと次の関係が得られる。

$$\dot{E}_0=\frac{V_N}{\sqrt{3}}+jX_S I_N(\cos\varphi-j\sin\varphi)$$

これより，

$$E_0=\sqrt{\left(\frac{V_N}{\sqrt{3}}+X_S I_N\sin\varphi\right)^2+\left(X_S I_N\cos\varphi\right)^2}$$

$\cos\varphi=0.9$ なので， $\sin\varphi=\sqrt{1-0.9^2}=0.435\,89$

$$E_0=\sqrt{\left(\frac{6000}{\sqrt{3}}+11.547\times481.13\times0.435\,89\right)^2+\left(11.547\times481.13\times0.9\right)^2}=7\,722.8\ \mathrm{V}$$

$$\varepsilon=\frac{V_0-V_N}{V_N}\times100\,[\%]$$

$$=\frac{\sqrt{3}E_0-V_N}{V_N}\times100=\frac{\sqrt{3}\times7\,722.8-6\,000}{6\,000}\times100=122.94\ \rightarrow\ 123\,\%\quad\cdots(\text{答})$$

〔問２の標準解答〕

（1） 滑り s

同期速度　$n_0=\dfrac{120\times50}{4}=1\,500\ \mathrm{min^{-1}}$

$$s=\frac{1\,500-1\,455}{1\,500}=0.03\ \rightarrow\ s=3.0\,\%\quad\cdots(\text{答})$$

（2） 励磁電流 $\dot{I}_0$ [A]

$$\dot{I}_0=\frac{200}{\sqrt{3}}(0.05-j0.1)=5.773\,5-j11.547\quad\rightarrow\quad5.77-j11.5\ \mathrm{A}\quad\cdots(\text{答})$$

（3） 二次電流の一次換算値 $\dot{I}_2'$ [A]

$$\dot{I}_2'=\frac{V_1}{r_1+\dfrac{r_2'}{s}+j(x_1+x_2')}=\frac{\dfrac{200}{\sqrt{3}}}{0.1+\dfrac{0.15}{0.03}+j(0.3+0.5)}=\frac{\dfrac{200}{\sqrt{3}}}{5.1+j0.8}$$

$=22.097-\mathrm{j}3.4663 \quad \rightarrow \quad 22.1-\mathrm{j}3.47\ \mathrm{A}$ ・・・(答)

(4) 銅損は一次銅損$\left(P_{1c}\right)$と二次銅損$\left(P_{2c}\right)$の和であるので，

$$I_2' = \sqrt{22.097^2 + 3.4663^2} = 22.367$$

$$P_{1c} + P_{2c} = 3 \times I_2'^2 \times (r_1 + r_2') = 3 \times 22.367^2 \times (0.1 + 0.15) = 375.21$$

$\rightarrow$ 375 W ・・・(答)

(5) 電動機入力電流I_1［A］

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + \dot{I}_2' = (5.7735 - \mathrm{j}11.547) + (22.097 - \mathrm{j}3.4663)$$
$$= 27.871 - \mathrm{j}15.013$$

$$I_1 = \sqrt{27.871^2 + 15.013^2} = 31.657 \quad \rightarrow \quad 31.7\mathrm{A}$$ ・・・(答)

(6) 電動機の入力力率

$$\cos\varphi = \frac{27.871}{31.657} = 0.88041 \quad \rightarrow \quad 88.0\ \%$$ ・・・(答)

〔問３の標準解答〕

(1) 三相ダイオード整流の平均電圧は 1.35 V_{ab} であるので，1.35×220=297 V

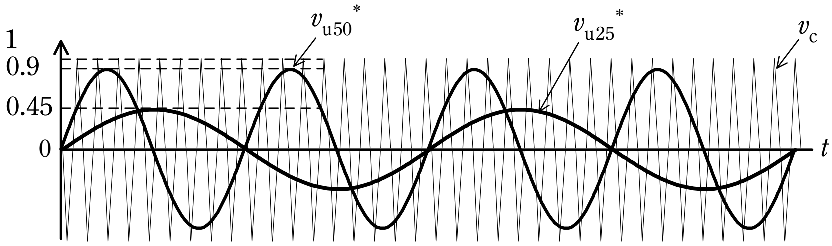
(2) 損失がないので，直流回路の電力は誘導電動機の有効電力と同じ。したがって，直流電流は$\frac{10\,000}{297}$=33.670 A → 33.7 A ・・・(答)

(3) 損失がないので，交流電源の電力も誘導電動機の有効電力と同じ。したがって，電源インピーダンスを無視できると，三相ダイオード整流器の基本波力率は 1。さらに，電源の交流電圧が正弦波であるので，有効電力となる交流電流は基本波のみであるので，その実効値は$\frac{10\,000}{\sqrt{3}\times 220}$=26.243 A → 26.2 A・・・(答)

(4) 相電圧の波高値は$\frac{E_d}{2}\times 0.9 = \frac{297}{2}\times 0.9 = 133.65$ →134 V ・・・(答)

(5) 線間電圧の実効値は$\left(\frac{E_d}{2}\times 0.9\right)\times\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 133.65\times\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 163.69$ →164 V ・・・(答)

(6) V/f 一定となることが望ましいので，1/2 の周波数のときに 1/2 の大きさの電圧となる。ただし，$v_{u25}{}^{*}$ と $v_{u50}{}^{*}$ の位相の関係は問わない。



〔問 4 の標準解答〕

(1) 図から，フィードバック制御系の特性方程式は，

$$1+\frac{100K}{s(s+1)(s+40)}=0$$

となるから，分母を払って整理して，

$$s^3+41s^2+40s+100K=0 \quad \cdots\cdots \quad ①$$

・・・(答)

を得る。

(2) ラウス・フルビッツの安定判別法を適用する。①式についてラウス表を作成すれば次のようになる。

s^3 行	1	40
s^2 行	41	$100K$
s^1 行	$\dfrac{1\,640-100K}{41}$	0
s^0 行	$100K$	

最左端の列の全ての要素が正であることが，制御系が安定となるための必要十分条件である。したがって，K の条件として，

$0<K<16.4$ ・・・ (答)

を得る。

【(2)の別解】

①式についてフルビッツの行列式を作成すれば次のようになる。

$$H_1 = 41$$

$$H_2 = \begin{vmatrix} 41 & 100K \\ 1 & 40 \end{vmatrix}$$

$$H_3 = \begin{vmatrix} 41 & 100K & 0 \\ 1 & 40 & 0 \\ 0 & 41 & 100K \end{vmatrix}$$

行列式 H_1, H_2, H_3 の全てが正であることが, 制御系が安定となるための必要十分条件である。したがって,

$$H_2 = \begin{vmatrix} 41 & 100K \\ 1 & 40 \end{vmatrix} = 1640 - 100K > 0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ②$$

$$H_3 = \begin{vmatrix} 41 & 100K & 0 \\ 1 & 40 & 0 \\ 0 & 41 & 100K \end{vmatrix} = 1640 \times 100K - 100K \times 100K$$

$$= \left(1640 - 100K\right) \times 100K > 0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ③$$

を満たす K の条件として,

$0 < K < 16.4$　・・・（答）

を得る。

(3) 目標値 $R(s)$ から制御偏差 $E(s)$ までの伝達関数 $T_{\mathrm{ER}}(s)$ は,

$$T_{\mathrm{ER}}(s) = \frac{E(s)}{R(s)} = \frac{1}{1 + \dfrac{100K}{s\left(s+1\right)\left(s+40\right)}} = \frac{s\left(s+1\right)\left(s+40\right)}{s\left(s+1\right)\left(s+40\right) + 100K} \cdots\cdots \quad ④$$

・・・(答)

となる。

【(3)の別解】

図から,

$$E(s) = R(s) - Y(s) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ⑤$$

$$Y(s) = \frac{100K}{s(s+1)(s+40)} E(s) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ⑥$$

が成り立つ。

⑥式を⑤式に代入すると，

$$E(s)=R(s)-\frac{100K}{s(s+1)(s+40)}E(s)$$

$$\therefore R(s)=\left(1+\frac{100K}{s(s+1)(s+40)}\right)E(s)=\frac{s(s+1)(s+40)+100K}{s(s+1)(s+40)}E(s)$$

と書くことができるので，

$$T_{\mathrm{ER}}(s)=\frac{E(s)}{R(s)}=\frac{s(s+1)(s+40)}{s(s+1)(s+40)+100K} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ⑦$$

・・・(答)

となる。

(4) 傾きが 2 のランプ関数は $r(t)=2t$， $t\geqq 0$ であるから，これをラプラス変換すると $R(s)=\dfrac{2}{s^2}$ となる。定常速度偏差 e_{v} は，$K=2$ とおいた④式にラプラス変換の最終値の定理を適用して次のように求めることができる。

$$e_{\mathrm{v}}=\lim_{s\to 0} sE(s)$$

$$=\lim_{s\to 0}\left(s\times\frac{s(s+1)(s+40)}{s(s+1)(s+40)+200}\times\frac{2}{s^2}\right)$$

$$=\lim_{s\to 0}\frac{2(s+1)(s+40)}{s(s+1)(s+40)+200}=\frac{2\times 40}{200}=0.4 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ⑧$$

・・・(答)

(5) ④式を，

$$E(s)=T_{\mathrm{ER}}(s)R(s)=\frac{s(s+1)(s+40)}{s(s+1)(s+40)+100K}R(s) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad ⑨$$

と書くと，目標値 $r(t)$ を入力信号，制御偏差 $e(t)$ を出力信号とする伝達関数 $T_{\mathrm{ER}}(s)$ が⑨式で与えられていることになる。題意から，入力信号 $r(t)$ は正弦関数なので，出力信号の正弦関数の振幅は入力信号に比べて $\left|T_{\mathrm{ER}}(\mathrm{j}\omega)\right|$ 倍になる。そこで，⑨式において $s=\mathrm{j}\omega$ とおいた周波数伝達関数 $T_{\mathrm{ER}}(\mathrm{j}\omega)$ の絶対値を $\omega=1$ について求める。

⑨式に $K=2$， $s=\mathrm{j}$ を代入すると次のようになる。

$$T_{\mathrm{ER}}(\mathrm{j})=\frac{\mathrm{j}(\mathrm{j}+1)(\mathrm{j}+40)}{\mathrm{j}(\mathrm{j}+1)(\mathrm{j}+40)+200}=\frac{-41+\mathrm{j}39}{159+\mathrm{j}39}$$

上式の絶対値を計算して，

$$\left|T_{\mathrm{ER}}(\mathrm{j})\right|=\left|\frac{-41+\mathrm{j}39}{159+\mathrm{j}39}\right|=\frac{\sqrt{41^2+39^2}}{\sqrt{159^2+39^2}}=\frac{\sqrt{3\,202}}{\sqrt{26\,802}}=0.345\,64$$

となる。題意より入力信号の振幅は 2 であるから，$B=0.691$ となる。

・・・（答）