2025　電験2種二次

カフェジカ解答速報　アベンジャーズゴッド

機械・制御：（解答）

企画：カフェジカ

解答速報＆実務知識を提供するカフェジカは
電気主任技術者専門エージェント（株）ミズノワが運営しています！

転職相談はミズノワへ！
実務知識はカフェジカへ！

↓　バナーをクリック！　↓

問1

（1）

$\dot{V} = \dot{E} + jX_s\dot{I}$

(a) $\dot{V}$ (b) θ (c) δ (d) $\dot{I}$ (e) $jX_s\dot{I}$ (f) $\dot{E}$

（2）

$E cos(\delta - \theta) = V cos\theta$…①

$X_s I - E sin(\delta - \theta) = V sin\theta$

$E sin(\delta - \theta) = X_s I - V sin\theta$…②

①^2+②^2

$E^2 cos^2(\delta - \theta) + E^2 sin^2(\delta - \theta) = V^2 cos^2\theta + \left(X_s I\right)^2 - 2X_s IV sin\theta + V^2 sin^2\theta$

$E^2 = V^2 - 2X_s IV sin\theta + \left(X_s I\right)^2$

$E = \sqrt{V^2 - 2X_s IV sin\theta + \left(X_s I\right)^2}$

（3）

$V = 1p.u., I = 1p.u$

$E = \sqrt{1^2 - 2\cdot 2.0\cdot 1\cdot 0.6 + (2.0\cdot 1)^2} \cong 1.6125 = 1.61pu$

（4）

余弦定理より、

$\left(X_s I\right)^2 = E^2 + V^2 - 2EV cos\delta$

$X_s I = \sqrt{E^2 + V^2 - 2EV cos\delta}$

（5）

(a)

同期調相機のため、$\delta = 0$であることから、

$X_s I = \sqrt{E^2 + V^2 - 2EV}$

また、端子電圧は定格電圧で一定のため、$V = 1p.u.$であることから、

$X_s I = \sqrt{E^2 + 1^2 - 2E} = \sqrt{(E - 1)^2} = |E - 1|$

$I = \frac{|E-1|}{X_s}$

(b) $E = 1pu$

問2

[諸元]

定格出力　22kW

低角周波数　60Hz

極数　6P

定格回転速度　1158min^{-1}

定格運転時の効率　87.5%

(1) 同期速度 $\frac{60[Hz]\times 60[s]}{6[極]/2}$＝1200[min^{-1}]

すべりS_1 $\frac{1200-1158}{1200}\times 100$＝3.5[%]

定格トルクT_1 $\frac{22000[w]\times 60[s]}{2\pi\times 1158[min-]}$＝181.42…≒181[N・m]

答え：すべりS_1=3.5% ,定格トルクT_1　181N・m

(2) 電動機の全損失 $\frac{22[kW]\times(1-0.875)}{0.875}$=3.142857…[kW]

二次銅損P_{c2} $\frac{22[kW]\times 0.035}{(1-0.035)}$＝0.79792746……[kW]≒798[W]

固定損P_f 3.1428[kW]－(0.797927×2)=1.547002…[kW]≒1550[W]

答え：二次銅損P_{c2}=798[W] , 固定損P_f=1.550[W]

別解

固定損P_f $\frac{22000[W]}{0.875}$-22000[W]-2×798[W]＝1546[W]≒1550[W]

(3) トルク50%時のすべり　3.5×50/100=1.75

回転速度N_2＝1200[min^{-1}]×(1－0.0175)=1179[min^{-1}]

出力P_2＝$\frac{1179[min-1]\times\frac{181.42[N\cdot m]}{2}\times 2\pi}{60[s]}$＝11199.47…≒11200[W]

答え: 回転速度N_2＝1179[min^{-1}] , 出力P_2=11200[W]

問3

(1)

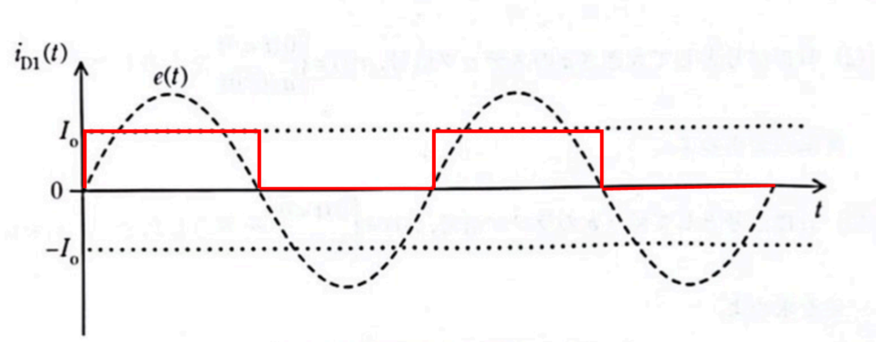

図2 電流波形及び電源電圧波形

(2)
小問(1)より，リアクトルLを流れる電流$i_0(t) = I_0$一定であるので
リアクトルLの両端の平均電圧　V_L=0 [V]

(3)
単相ブリッジの出力平均電圧は以下で求められる。
$100 \times \frac{2\sqrt{2}}{\pi} = 90.031$
負荷抵抗の平均電圧V_0は単相ブリッジの出力平均電圧にリアクトルLの両端の平均電圧を足したものなので
$V_o = 90.031 + V_L = 90.031 + 0 = 90.031 \rightarrow$ 90.0 [V]

(4)
コンデンサの両端電圧は無視できることから
コンデンサの平均電流　I_C=0 [A]
(5)
コンデンサにより最大電圧が維持されることから
$I_o = \frac{100\sqrt{2}}{10} = 14.142 \rightarrow$ 14.1 [A]

(6)
小問(5)の回路における負荷抵抗Rの消費電力
$P_{OC} = (\frac{100\sqrt{2}}{10})^2 \times 10 = 2000$

小問(1)の回路
$P_{OL} = (100 \times \frac{2\sqrt{2}}{\pi})^2 \div 10 = 810.57$

よって
$\frac{P_{oc}}{P_{OL}} = \frac{2000}{810.57} = 2.467 \rightarrow$ 2.47倍

問4
(1)

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_c(s)G_p(s)}{1+G_c(s)G_p(s)} = \frac{\frac{2s+4}{s}\frac{1}{s+3}}{1+\frac{2s+4}{s}\frac{1}{s+3}} = \frac{2s+4}{s(s+3)+2s+4} = \frac{2s+4}{s^2+5s+4} \# ①$$

また、

$$E(s) = R(s) - Y(s) = R(s) - \frac{2s+4}{s^2+5s+4}R(s) = \left[1 - \frac{2s+4}{s^2+5s+4}\right]R(s) = \frac{s^2+3s}{s^2+5s+4}R(s)$$

つまり、

$$\frac{E(s)}{R(s)} = \frac{s^2+3s}{s^2+5s+4}$$

である。
(答)$\frac{E(s)}{R(s)} = \frac{s^2+3s}{s^2+5s+4}$
(2)
$R(s) = \frac{a}{s}$から、

$$E(s) = \frac{s^2+3s}{s^2+5s+4}\frac{a}{s} = \frac{a(s+3)}{s^2+5s+4}$$

となる。最終値の定理から、

$$e(\infty) = sE(s) = \frac{as(s+3)}{s^2+5s+4} = 0$$

となる。
(答)0
(3)
$R(s) = \frac{b}{s^2}$であるから、小問(2)と同様に計算して、

$$E(s) = \frac{s^2+3s}{s^2+5s+4}\frac{b}{s^2}$$

$$e(\infty) = sE(s) = s\frac{s^2+3s}{s^2+5s+4}\frac{b}{s^2} = \lim_{s\to 0}\frac{b(s+3)}{s^2+5s+4} = \frac{3}{4}b$$

となる。
(答)$\frac{3}{4}b$

(4)
伝達関数は、小問(1)の式①で導出済みである。

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{2s+4}{s^2+5s+4}$$

インパルス応答$G_y(s)$は、

$$G_y(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}\cdot 1 = \frac{2s+4}{s^2+5s+4} = \frac{2s+4}{(s+1)(s+4)} = \frac{A}{s+1} + \frac{B}{s+4} = \frac{A(s+4)+B(s+1)}{(s+1)(s+4)} = \frac{(A+B)s+4A+B}{(s+1)(s+4)}$$

$$A + B = 2$$
$$4A + B = 4$$

であるから、

$$A = \frac{2}{3}$$
$$B = \frac{4}{3}$$

となる。
つまり、

$$G_y(s) = \frac{2}{3}\frac{1}{s+1} + \frac{4}{3}\frac{1}{s+4}$$

であるから、

$$g_y(t) = \frac{2}{3}e^{-t} + \frac{4}{3}e^{-4t}$$

となる。

（答）$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{2s+4}{s^2+5s+4}$、$g_y(t) = \frac{2}{3}e^{-t} + \frac{4}{3}e^{-4t}$

（5）

$$Y(s) = \frac{2s+4}{s^2+5s+4}\frac{1}{s} = \frac{2s+4}{s\left(s^2+5s+4\right)} = \frac{2s+4}{s(s+1)(s+4)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+1} + \frac{C}{s+4}$$

$$A = \lim_{s \to 0} s\frac{2s+4}{s\left(s^2+5s+4\right)} = 1$$

$$B = \lim_{s \to -1} (s + 1)\frac{2s+4}{s\left(s^2+5s+4\right)} = \lim_{s \to -1} \frac{2s+4}{s(s+4)} =- \frac{2}{3}$$

$$C = \lim_{s \to -4} (s + 4)\frac{2s+4}{s\left(s^2+5s+4\right)} = \lim_{s \to -4} \frac{2s+4}{s(s+1)} =- \frac{1}{3}$$

$$Y(s) = \frac{1}{s} - \frac{2}{3}\frac{1}{s+1} - \frac{1}{3}\frac{1}{s+4}$$

$$y(t) = 1 - \frac{2}{3}e^{-t} - \frac{1}{3}e^{-4t}$$

$$y(1) = 1 - \frac{2}{3}e^{-1} - \frac{1}{3}e^{-4} = 1 - \frac{2}{3} \times 3.679 \times 10^{-1} - \frac{1}{3} \times \left(3.679 \times 10^{-1}\right)^4 = 0.7486$$

（答）$y(1) = 0.749$