2016级电路分析基础D 试卷A卷 答案

一、（本题共 14 分，包含 2 个小题）

1.（8 分）　（1）　$9=3I+2\times(I+0.5I)=6I$　　$\therefore\ I=\frac{9}{6}=1.5A$

（2）　设受控源两端电压为 U，则 $U=9-3I=4.5V$

受控源的功率为 $P=-U\times0.5I=-3.375W$

（3）受控源提供功率 3.375W

2.（6 分)　$U_{OC}=-4+6+2*7=16V$

$R_0=5+7=12\Omega$

二、（12 分）　$u_C(0_-)=U_S=12V$

由 $t=0_+$ 时的等效电路可得：

$$\begin{cases} i_C\times2K+12=12-3K\times i_1 \\ i_1=i_C+i_2 \\ i_2\times6K+3K\times i_1=12 \end{cases}$$

解得：

$$\begin{cases} i_1(0_+)=\frac{2}{3}mA \\ i_2(0_+)=\frac{5}{3}mA \end{cases}$$

$$i_1(\infty)=i_2(\infty)=\frac{12}{9K}=\frac{4}{3}mA$$

$$R_0=3K//6K+2K=4K\Omega$$

$$\tau=R_0C=4\times10^3\times5\times10^{-6}=0.02s$$

$$\therefore\ i_1(t)=i_1(\infty)+[i_1(0_+)-i_1(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}=(\frac{4}{3}-\frac{2}{3}e^{-50t})mA$$

$$i_2(t)=i_2(\infty)+[i_2(0_+)-i_2(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}=(\frac{4}{3}+\frac{1}{3}e^{-50t})mA$$

图略。

三、（本题共 14 分，包含 2 个小题）

（8 分）设含源网络 N 中有 n 个独立源，其在端口处产生的响应为

$$k_1A=a_1X_1+a_2X_2+\cdots+a_nX_n$$

则　$u=k_1A+k_2u_{S1}+k_3u_{s2}$

由已知可得$\begin{cases} u = k_1 A = 1 \\ u = k_1 A + k_2 = 2 \\ u = k_1 A + k_3 = -1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} k_1 A = 1 \\ k_2 = 1 \\ k_3 = -2 \end{cases}$

$\therefore \quad u = 1 + u_{S1} - 2u_{S2}$

2.（6 分） $\because \quad i(t) = C\dfrac{du(t)}{dt}$

$t = 0 \sim 1ms$时，$i = 6\times 10^3 A$

$t = 1.5ms$时，$i = 0A$

$t = 2ms$时，电容的储能为

$$w(t) = \frac{1}{2}Cu^2(t) = \frac{1}{2}\times 2\times 3^2 = 9J$$

四、（10 分）t>0 时，描述二阶电路的微分方程为$LC\dfrac{d^2u_C}{dt^2} + RC\dfrac{du_C}{dt} + u_C = U_S$

特征根为$S_{1,2} = -\dfrac{R}{2L} \pm \sqrt{\left(\dfrac{R}{2L}\right)^2 - \dfrac{1}{LC}} = -\dfrac{R}{2L} = -1000$

由此可知电路处于临界阻尼状态，其全解的形式为

$u_C(t) = (K_1 + K_2 t)e^{-1000t} + 100$

代入初值$u_C(0_-) = 0$，$u_C{}'(0_-) = \dfrac{i(0_-)}{C} = 0$得

$$\begin{cases} K_1 + 100 = 0 \\ K_2 - 1000K_1 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} K_1 = -100 \\ K_2 = -10^5 \end{cases}$$

$\therefore \quad u_C(t) = 100 - (100 + 10^5 t)e^{-1000t}\,V \quad (t > 0)$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt} = 100te^{-1000t}\,A \quad (t > 0)$$

五、（10 分）（1）$j\omega L = j1\times 1 = j\Omega$， $1/j\omega C = -j0.5\Omega$

将负载 Z_L 开路，求开路电压(节点法)、短路电流

$$\dot{U}_{OCm} = \frac{\dot{U}_S / j + \dot{I}_S}{-j + 1 + j2} = \frac{-j+1}{1+j} = -j\,V$$

$$\dot{I}_{\text{SCm}} = \dot{I}_{\text{S}} + \dot{U}_{\text{S}} / \text{j} = 1 - \text{j A} = \sqrt{2}\angle -45° \text{ A}$$

等效内阻抗

$$Z_0 = \frac{\dot{U}_{\text{OCm}}}{\dot{I}_{\text{SCm}}} = \frac{-\text{j}}{\sqrt{2}\angle -45°} = \frac{\sqrt{2}}{2}\angle -45° = 0.5 - \text{j}0.5\ \Omega$$

当 Z_{L} 实部、虚部均可变时，应采用共轭匹配，即

$Z_{\text{L}} = Z_0^* = 0.5 + \text{j}0.5\ \Omega$ 时获得最大功率

$$P_{\text{L max}} = \frac{U_{\text{OC}}^2}{4R_0} = \frac{(1/\sqrt{2})^2}{4 \times 0.5} = 0.25 \text{ W}$$

（2）当负载为纯电阻时，则应采用模匹配，即

$R_{\text{L}} = |Z_0| = 0.5\sqrt{2}\ \Omega = 0.707\ \Omega$ 时获得最大功率，电路中电流有效值相量

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_{\text{OC}}}{R_{\text{L}} + Z_0} = \frac{-\text{j}0.707}{0.707 + 0.5 - \text{j}0.5} = 0.564\angle -67.5° \text{ A}$$

$$P'_{\text{Lmax}} = I^2 R_{\text{L}} = 0.564^2 \times 0.707 = 0.207 \text{ W}$$

六、（本题共 14 分，包含 2 个小题）

1. （8 分）
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$
$$= \frac{1}{2\pi \times \sqrt{400 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 10^{-6}}} \approx 796Hz$$

$$Q = \frac{2\pi f_0 L}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{20} \times \sqrt{\frac{400 \times 10^{-3}}{0.1 \times 10^{-6}}} = 100$$

$$U_L = U_C = QU_1 = 100V$$

2.（6 分）设 $\dot{U}_R$ 为参考相量，即 $\dot{U}_R = 2\angle 0^\circ V$ $\quad I_R = \dfrac{2V}{1\Omega} = 2A$

$$I_C = \frac{2V}{\dfrac{1}{\omega C}} = 2A$$ （1 分） $$\theta = \arctan\frac{I_C}{I_R} = 45^\circ$$

$\because$ $\dot{U}_L$ 超前 $\dot{I}_L$ 90°，$\therefore$ $\dot{U}_L$ 超前 $\dot{U}_R$ 135°

（相量图略）

七、（本题共 **14** 分，包含 **2** 个小题）

1.（8 分）　（1）通过日光灯灯管的电流为：$I_1 = \dfrac{P}{U_R} = \dfrac{40}{100} = 0.4A$

$$\lambda = \frac{P}{UI} = \frac{U_R}{U} = \frac{100}{220} = 0.455 = \cos\varphi_1$$

$$\therefore \quad \varphi_1 = \arccos 0.455 \approx 63^\circ$$

（2）$\varphi_2 = \arccos 0.9 \approx 25.84^\circ$

$$C = \frac{P}{\omega U^2}(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = \frac{40}{100\pi \times 220^2}(\tan 63^\circ - \tan 25.84^\circ) = 3.88\mu F$$

（3）并联前电源提供的电流 $I_1 = \dfrac{P}{U_R} = \dfrac{40}{100} = 0.4A$

并联后电源提供的电流 $I_2 = \dfrac{P}{U\cos\varphi_2} = \dfrac{40}{220 \times 0.9} \approx 0.202A$

2.（6 分）70V 单独作用时，$I_0 = \dfrac{U_0}{R_1 + R_2} = 2A$

基波单独作用时，
$$Z_1 = R_1 + j(X_L - X_C) // R_2 = 20 - j15 = 25\angle -36.9^\circ\ \Omega$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{Z_1} = 2\angle 36.9^\circ A$$

$$i_1(t) = 2\sqrt{2}\cos(\omega t + 36.9^\circ)A$$

二次谐波单独作用时，$Z_2 = R_1 + [j2\omega L - j\dfrac{1}{2\omega C}) // R_2] = 5\Omega$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{Z_2} = 1\angle 15^\circ A \qquad i_2(t) = \sqrt{2}\cos(2\omega t + 15^\circ)A$$

$$i(t) = I_0 + i_1(t) + i_2(t) = 2 + 2\sqrt{2}\cos(\omega t + 36.9^\circ) + \sqrt{2}\cos(2\omega t + 15^\circ)A$$

$$I = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{2^2 + 2^2 + 1} = 3A$$

八、（本题共 **12** 分，包含 **2** 个小题）

1.（7 分）由题意可知，L、C 在 $\omega = 100rad/s$ 时发生串联谐振。

L, C, C_1 在 $\omega = 300rad/s$ 时发生并联谐振，故

$$\begin{cases} \omega L = \dfrac{1}{\omega C} \\ 3\omega L - \dfrac{1}{3\omega C} = \dfrac{1}{3\omega C_1} \end{cases}$$

$$3\omega L-\frac{1}{3}\omega L=\frac{1}{3\omega C_1} \qquad \therefore \quad L=\frac{1}{8\omega^2 C_1}=50H$$

$$C=\frac{1}{\omega^2 L}=\frac{1}{100^2\times 50}=2\mu F$$

2. （5 分）由已知可得 $\dot{I}_S=1\angle 0^\circ V$

求电阻以左电路的戴维南等效相量模型

$$\dot{U}_{OC}=j\omega L\dot{I}_S \qquad Z_0=j\omega L+\frac{1}{j\omega C}$$

（1）当 $Z_0=0$ 时，电压 $\dot{U}$ 与电阻 $R(R\neq 0)$ 无关，即

$$\omega^2 LC=1 \qquad \omega=\sqrt{\frac{1}{LC}}=\sqrt{\frac{1}{1\times 100\times 10^{-6}}}=100$$

（2）$\dot{U}=\dot{U}_{OC}=j\omega L\dot{I}_S=j100=100\angle 90^\circ V$

$$\therefore \quad u(t)=100\sqrt{2}\cos(100t+90^\circ)\approx 141.4\cos(100t+90^\circ)V$$