

鲁东大学 2020—2021 学年第 1 学期

2019、2020 级 新能本、能源本、机械本、物流本、船舶本、环境本 专业 本 科卷 A 答案

课程名称 电工技术

课程号 (222017102) 考试形式 (闭卷) 时间 (120 分钟)

题 目	一	二	总 分	统分人	复核人
得 分					

得分	评卷人

一、直流部分解答题 (共 5 小题, 满分 62 分)

1. 请计算下图中 A 点的电位 V_A , 其中参考电位 (零电位点) 已在图中标出。(10 分)

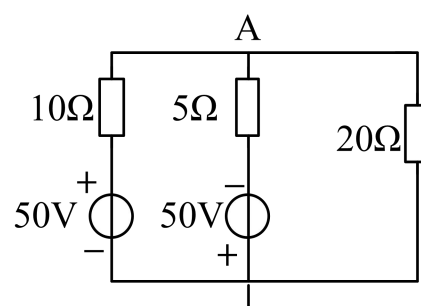


图 1

解:

$$V_A = \frac{\frac{50}{10} - \frac{50}{5}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20}} \dots\dots\dots (8 \text{ 分})$$

$$V_A = -\frac{100}{7} = -14.28\text{V} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

2. 用支路电流法求下图电路中的各支路电流, 并说明 U_{S1} 和 U_{S2} 是起电源作用还是负载作用。其中 $U_{S1} = 12\text{V}$, $U_{S2} = 15\text{V}$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 1.5\Omega$, $R_3 = 9\Omega$ 。(13 分)

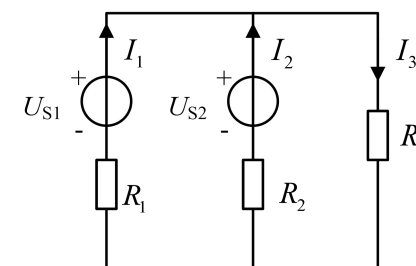


图 2

解:

$$I_1 + I_2 = I_3 \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$I_3 R_3 + I_1 R_1 = U_{S1} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$I_3 R_3 + I_2 R_2 = U_{S2} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{得出 } I_1 = -\frac{1}{5}\text{A}, I_2 = \frac{8}{5}\text{A}, I_3 = \frac{7}{5}\text{A} \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$$

$$U_{S1} \text{ 是负载, } U_{S2} \text{ 是电源} \dots\dots\dots (4 \text{ 分})$$

3. 请采用戴维宁定理求下图所示电路中电流 I_2 。(13 分)

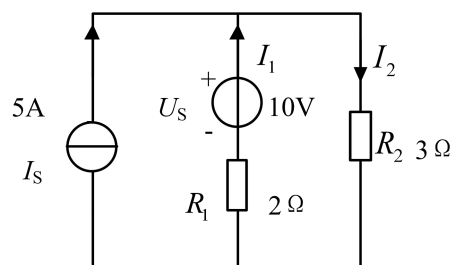
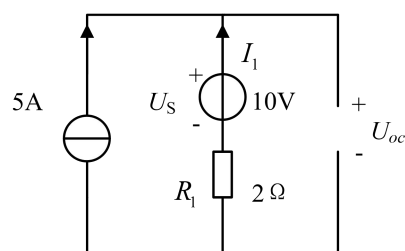


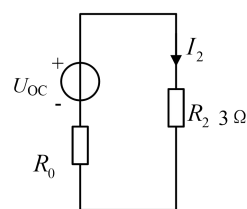
图 3

解:



$$U_{oc} = I_s R_1 + U_s = 20V \quad (2 \text{ 分})$$

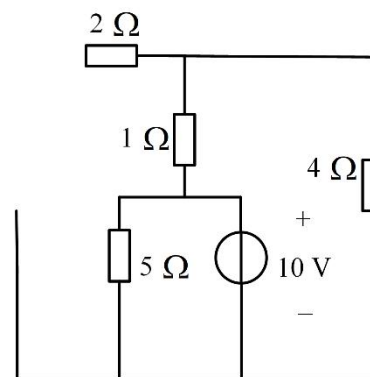
$$\text{等效电压源内阻 } R_0 = R_1 = 2\Omega \quad (3 \text{ 分})$$



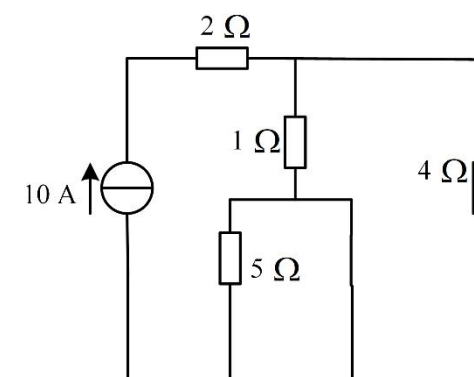
$$I_2 = \frac{U_{oc}}{R_0 + R_2} = 4A \quad (2 \text{ 分})$$

4. 计算下图所示电路中电流 I_1 , I_2 , I_3 , I_4 和电压 U_s , 并说明功率平衡关系。(14 分)

解: 利用叠加原理, 电压源电流源分别单独作用, 电路如图 (a) (b) 示。



(a)



(b)

用叠加原理计算 I_1 , 由图(a), $I_1' = (10/(1+4))A = 2A$, 由图(b), $I_1'' = (10 * \frac{1}{1+4})A = 2A$,

因此

对 4Ω 电阻: $I_1 = I_1' + I_1'' = 4A$, 从而 $U_1 = (4*4)V = 16V$, $P_1 = I_1 U_1 = 64W$ 。(2.5 分)

根据图 2, 对 5Ω 电阻: $U_3 = 10V$, 从而 $I_3 = 2A$, $P_3 = I_3 U_3 = 20W$ 。(2.5 分)

对 1Ω 电阻: $I_2 = 10 - I_1 = 6A$, 从而 $U_2 = 6V$, $P_2 = I_2 U_2 = 36W$ 。(2.5 分)

对 2Ω 电阻: 电流为 $10A$, 从而 $U_5 = 20V$, $P_5 = 200W$ 。(1.5 分)

对电压源: $I_4 = I_2 - I_3 = 4A$, 电压为 $10V$, 从而功率为 $(10*4)W = 40W$, 吸收功率。(2 分)

对电流源: $U_s = U_5 + U_1 = 36V$, 电流为 $10A$, 从而功率为 $= 360W$, 发出功率。

(2 分)

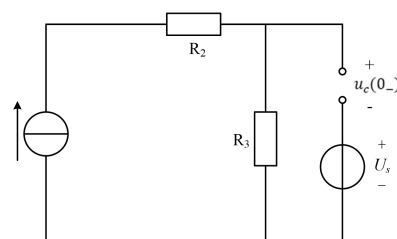
功率平衡式如下:

$$360W = 64W + 20W + 36W + 200W + 40W$$

5. 如电路如图所示，换路前已处于稳态，试求换路后 ($t \geq 0$) 的 u_c ，其中 $I_s = 1\text{mA}$, $U_s = 10\text{V}$, $R_1 = R_2 = 10\text{k}\Omega$, $R_3 = 20\text{k}\Omega$, $C = 10\mu\text{F}$ 。(12分)

解:

$t = 0_-$ 时的等效图如下 (2分)

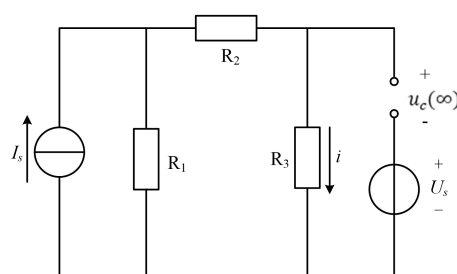


由基尔霍夫电压定律，可得

$$u_c(0_-) = I_s R_3 - U_s = 1 \times 10^{-3} \times 20 \times 10^3 - 10 = 10 \text{ (V)} \quad (1 \text{ 分})$$

由换路定则，有 $u_c(0_+) = u_c(0_-) = 10 \text{ (V)}$ (1分)

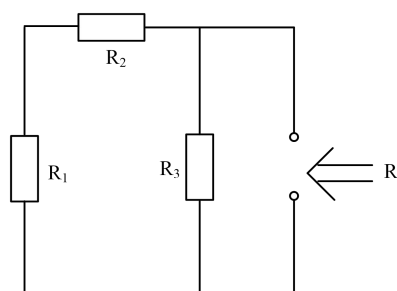
$t \rightarrow \infty$ 时的等效图如下 (2分)



$$i = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} I_s = \frac{10}{10 + 10 + 20} \times 1 = 0.25 \text{ (A)} \quad (1 \text{ 分})$$

由基尔霍夫电压定律，可得 $u_c(\infty) = i R_3 - U_s = 0.25 \times 20 - 10 = -5 \text{ (V)}$ (1分)

会出下图，求等效电阻 (图 1 分)



时间常数为 $\tau = RC = (R_3 // (R_1 + R_2))C = (20 // (10 + 10)) \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 0.1 \text{ (s)}$ (1分)

由三要素法，得

$$u_c(t) = u_c(\infty) + [u_c(0_+) - u_c(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = -5 + [10 - (-5)]e^{-\frac{t}{0.1}} = (-5 + 15e^{-10t}) \text{ (V)} \quad (2 \text{ 分})$$

得分	评卷人

二、交流部分解答题 (共 3 小题，满分 38 分)

1. RLC 串联电路如图所示，已知 $R = 30 \Omega$, $L = 127 \text{ mH}$, $C = 40 \mu\text{F}$, 电源电压为 $u_s = 220\sqrt{2}\sin(314t + 20^\circ) \text{ V}$, (1) 求电流 i 及电压 u_R , u_L , u_C ; (2) 作相量图; (3) 求 RLC 串联电路的功率 P 和 Q 。(12分)

解: (1)

$$X_L = \omega L = 314 \times 127 \times 10^{-3} \Omega = 40 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \times 40 \times 10^{-6}} \Omega = 80 \Omega$$

$$Z = R + j(X_L - X_C) = 30 - j40 \Omega = 50 \angle -53^\circ \quad \dot{U}_s = 220 \angle 20^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_s}{Z} = \frac{220 \angle 20^\circ}{50 \angle -53^\circ} = 4.4 \angle 73^\circ$$

$$i = 4.4\sqrt{2} \sin(314t + 73^\circ) \text{ A} \quad (1 \text{ 分})$$

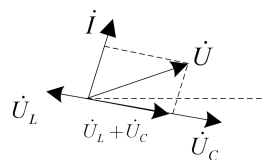
$$\dot{U}_R = R\dot{I} = 30 \times 4.4 \angle 73^\circ = 132 \angle 73^\circ \quad u_R = 132\sqrt{2} \sin(314t + 73^\circ) \text{ V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\dot{U}_L = jX_L \dot{I} = j40 \times 4.4 \angle 73^\circ = 176 \angle 163^\circ$$

$$u_L = 176\sqrt{2} \sin(314t + 163^\circ) \text{ V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\dot{U}_C = -jX_C \dot{I} = -j80 \times 4.4 \angle 73^\circ = 352 \angle -17^\circ \quad u_C = 352\sqrt{2} \sin(314t - 17^\circ) \text{ V} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 相量图



(2 分)

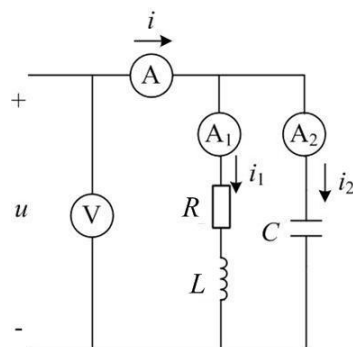
(3)

$$P = UI \cos \varphi = 220 \times 4.4 \times \cos(-53^\circ) = 580.8 \text{ W}$$

$$Q = UI \sin \varphi = 220 \times 4.4 \times \sin(-53^\circ) = -774.4 \text{ var} \quad (4 \text{ 分})$$

2. 图 7 所示电路中, 已知: $u = 220\sqrt{2} \sin 314t \text{ V}$, $i_1 = 22 \sin(314t - 45^\circ) \text{ A}$,

$i_2 = 11\sqrt{2} \sin(314t + 90^\circ) \text{ A}$ 。试求: 各表读数及参数 R 、 L 和 C 。(12 分)



解:

(1) 求各表读数

$$\text{由已知可得, } U = 220 \text{ V, } I_1 = \frac{22}{\sqrt{2}} = 15.6 \text{ A, } I_2 = 11 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \therefore \dot{I} &= \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 15.6 \angle -45^\circ + 11 \angle 90^\circ \\ &= 15.6 \cos(-45^\circ) + j15.6 \sin(-45^\circ) + 11 \cos 90^\circ + j11 \sin 90^\circ \\ &= 11 - j11 + j11 = 11 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\therefore I = 11 \text{ A} \quad \dots\dots\dots (6 \text{ 分})$$

(2) 求 R 、 L 、 C

$$R \text{ 与 } L \text{ 串联等效阻抗 } Z_1 = \frac{\dot{U}}{\dot{I}_1} = \frac{220 \angle 0^\circ}{15.6 \angle -45^\circ} \Omega = 14.1 \angle 45^\circ \Omega = 10 + j10 \Omega$$

$$\therefore R = X_L = 10 \Omega$$

$$\therefore L = \frac{X_L}{2\pi f} = 0.0318 \text{ H}$$

$$\therefore jX_C = \frac{\dot{U}}{\dot{I}_2} = \frac{220 \angle 0^\circ}{11 \angle 90^\circ} \Omega = 20 \angle -90^\circ \Omega$$

$$\therefore X_C = 20 \Omega$$

$$\therefore C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{314 \times 20} = 159 \mu\text{F} \quad \dots\dots\dots (6 \text{ 分})$$

3. 在线电压为 380V 的三相电源上, 接有两组负载 $Z_1 = Z_2 = Z_3 = j(22/\sqrt{3}) \Omega$ 、

$Z_4 = Z_5 = Z_6 = 38 \Omega$, 如下图所示。试求线路上的总线电流 I 和所有负载的有功功率。(14 分)

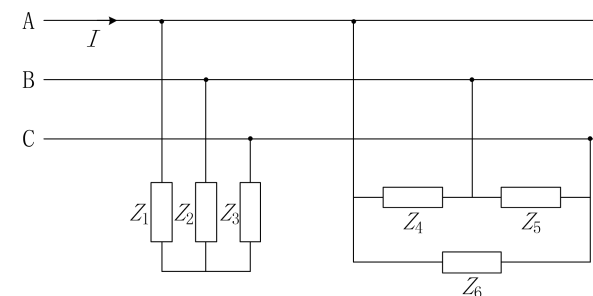


图 8

解:

(1) 由于三相负载对称, 所以可以选用一相进行计算。

$$\text{设 } \dot{U}_{AB} = 380 \angle 30^\circ \text{ (V)} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{则 } \dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{ (V)} \quad (1 \text{ 分})$$

Y 型联接时的线电流和相电流相等, 则

$$\dot{I}_{AY} = \dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_1} = \frac{220 \angle 0^\circ}{j 22/\sqrt{3}} = 10\sqrt{3} \angle (-90^\circ) \text{ (A)} \quad (2 \text{ 分})$$

Δ 型联接时的线电压和相电压相等, 则

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_4} = \frac{380 \angle 30^\circ}{38} = 10 \angle 30^\circ \text{ (A)} \quad (2 \text{ 分})$$

由 Δ 型联接时线电流和相电流的关系知,

$$\dot{I}_{LA} = \sqrt{3} \dot{I}_{AB} \angle (-30^\circ) = \sqrt{3} \times 10 \angle (30^\circ - 30^\circ) = 10\sqrt{3} \angle 0^\circ \text{ (A)} \quad (2 \text{ 分})$$

所以

$$\dot{I}_L = \dot{I}_{LY} + \dot{I}_{LA} = 10\sqrt{3} \angle (-90^\circ) + 10\sqrt{3} \angle 0^\circ = 10\sqrt{3} - j10\sqrt{3} = 10\sqrt{6} \angle (-45^\circ) \text{ (A)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{即 } I = 10\sqrt{6} \text{ (A)} \quad (1 \text{ 分})$$

(2)

$$P = P_\Delta = \sqrt{3} U_L I_L = \sqrt{3} \times 380 \times 10\sqrt{3} = 11400 \text{ (W)} \quad (3 \text{ 分})$$