

第五章 三相交流电路

分院(系) _____ 班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 第 1 次

5—1 当发电机的三相绕组联成星形时, 设线电压 $u_{AB} = 380\sqrt{2}\sin(\omega t + 45^\circ)\text{V}$, 试

写出相电压 u_A 、 u_B 、 u_C 的三角函数式。

(答 案 : $u_A = 220\sqrt{2}\sin(\omega t + 15^\circ)\text{V}$ $u_B = 220\sqrt{2}\sin(\omega t - 105^\circ)\text{V}$
 $u_C = 220\sqrt{2}\sin(\omega t + 135^\circ)\text{V}$)

$$U_A = \frac{U_{AB}}{\sqrt{3}} = 220\sqrt{2} \quad \text{滞后 } 30^\circ$$

$$\therefore u_A = 220\sqrt{2}\sin(\omega t + 15^\circ)$$

$$u_B = 220\sqrt{2}\sin(\omega t - 105^\circ)$$

$$u_C = 220\sqrt{2}\sin(\omega t + 135^\circ)$$

5—2 额定电压为 220V 的三个单相负载, 每相负载 $R=3\Omega$, $X_C=4\Omega$, 已知电源线电压 $u_{AB}=380\sqrt{2}\sin\omega t\text{V}$, 求: (1) 负载应如何连接? (2) 求各线电流瞬时值; (答案: (1) Y 接; (2) $Z=R-jX_C=5\angle-53.1^\circ\Omega$ $\dot{U}_{AB}=380\angle0^\circ\text{V}$,

$$i_A=44\sqrt{2}\sin(\omega t+23.1^\circ)\text{A} \quad i_B=44\sqrt{2}\sin(\omega t-96.9^\circ)\text{A}$$

$$i_C=44\sqrt{2}\sin(\omega t+143.1^\circ)\text{A})$$

(1) 负载电压 220V . $U_{AB}=380\text{V} \therefore$ Y型连接

$$(2) u_A=220\sqrt{2}\sin(\omega t-30^\circ) \Rightarrow \dot{U}_A=220\angle-30^\circ$$

$$\dot{I}_A=\frac{\dot{U}_A}{Z}=\frac{220\angle-30^\circ}{5\angle\arctan\frac{-4}{3}=-53.1^\circ}=44\angle23.1^\circ$$

$$i_A=44\sqrt{2}\sin(\omega t+23.1^\circ)$$

$$\therefore i_B=44\sqrt{2}\sin(\omega t-96.9^\circ)$$

$$i_C=44\sqrt{2}\sin(\omega t+143.1^\circ)$$

第五章 三相交流电路

分院(系) _____ 班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 第 2 次

5-3 一台 50 Hz 的三相对称电源, 向 星形 连接的对称感性负载提供 30 kVA 的 视在功率 和 15 kW 的有功功率, 已知负载 线 电流为 45.6 A。求感性负载的参数 R , L 。(答案: $R=2.41\Omega$, $X_L=4.17\Omega$,

$$L = \frac{X_L}{\omega} = 13.3 \times 10^{-3} \text{ H})$$

解 每相的 $S = 10 \text{ kVA}$ $P = \frac{15}{3} = 5 \text{ kW}$ $I_p = I_L$

$$P = I_p^2 R \Rightarrow R = \frac{P}{I_p^2} = \frac{5000}{(45.6)^2} = 2.4 \Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{15}{30} = 0.5 \quad \varphi = 60^\circ$$

$$X_L = \tan \varphi \cdot R = 4.16$$

$$X_L = \omega L \Rightarrow L = \frac{X_L}{2\pi \cdot 50} = 13.23 \times 10^{-3} \text{ H}$$

或: $Q_L = \sqrt{S^2 - P^2}$
 $Q = I^2 X_L$

$$\sqrt{3} = 1.73$$

5-4 图示电路中, 对称三相负载各相的电阻为 80Ω , 感抗为 60Ω , 电源的线电压为 380 V。当开关 S 投向上方和投向下方两种情况时, 三相负载消耗的有功功率各为多少? (答案: (1) S 向上, 负载接成 Δ , 则 $U_{p\Delta} = U_{l\Delta} = 380 \text{ V}$, $I_{p\Delta} = 3.8 \text{ A}$, $P_\Delta = 3.47 \text{ kW}$; (2) S 向下, 将负载接成 Y,

$$U_{pY} = 220 \text{ V} \quad I_{pY} = 2.2 \text{ A} \quad P_Y = 1.16 \text{ kW}$$

$$Z = 80 + j60 = 100 \angle 36.9^\circ \quad \cos \varphi = 0.8$$

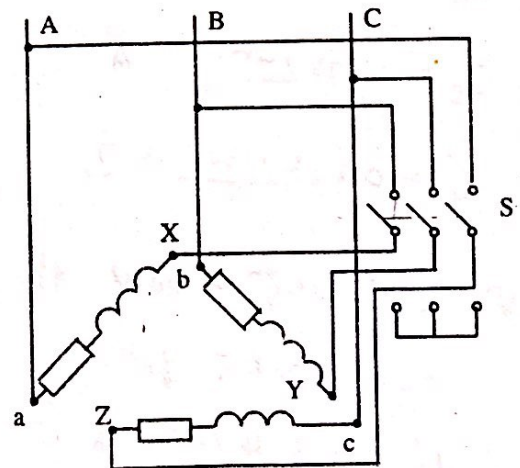
当 S 向上

$$U_p = U_L = 380 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$I_p = \frac{U_p}{Z} = \frac{380 \angle 0^\circ}{100 \angle 36.9^\circ} = 3.8 \angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$I_L = \sqrt{3} I_p = 6.6 \text{ A}$$

$$P_\Delta = \sqrt{3} U_L \cdot I_L \cos \varphi = 3.47 \text{ kW}$$



习题 5-4 电路图

S 向下 Y 型无中点

$$U_p = \frac{380}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = 220 \angle -30^\circ$$

$$I_p = I_L = \frac{U_p}{Z} = \frac{220 \angle -30^\circ}{100 \angle 36.9^\circ} = 2.2 \text{ A}$$

$$P_Y = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 2.2 \cdot \cos \varphi = 1.16 \text{ kW}$$

5—5 在图示电路中，三相四线制电源电压为 380/220 V，接有对称星形连接的白炽灯负载，其总功率为 180 W，此外，在 C 相上接有额定电压为 220 V，功率为 40 W，功率因数为 $\cos \varphi = 0.5$ 的日光灯一支。试求 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_N 。设 $\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$ 。(答案：

$$I_A = 0.273 \angle 0^\circ \text{ A} \quad I_B = 0.273 \angle -120^\circ \text{ A} \quad I_C = 0.553 \angle 85.3^\circ \text{ A} \\ I_N = 0.364 \angle 60^\circ \text{ A}) \quad P = UI$$

设： $\dot{U}_p = 220 \angle 0^\circ$ $P = 60 \text{ W}$

$$I_A = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} \text{ A} = 0.273$$

$$\dot{I}_A = 0.273 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_B = 0.273 \angle -120^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = 0.273 \angle 120^\circ + \dot{I}'_C$$

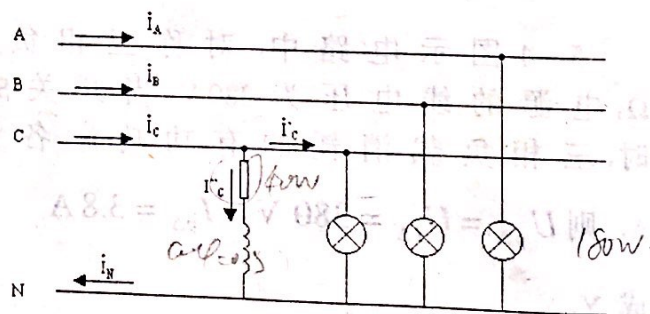
$$\Rightarrow I_C \cdot U_p \cos \varphi = 40 \text{ W} \quad I'_C = 0.364 \text{ A}$$

$$\varphi = \arccos 0.5 = 60^\circ$$

$$\dot{I}'_C = 0.364 \angle -60^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_C = 0.273 \angle 120^\circ + 0.364 \angle -60^\circ = 0.553 \angle 85.3^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0.364 \angle 60^\circ \text{ A}$$

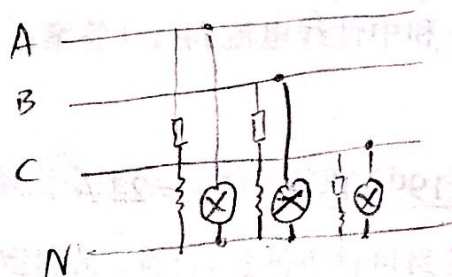


习题 5—5 电路图

5—6 三相四线制 380 V 电源供电给三层大楼，每一层作为一相负载，装有数目相同的 220 V 的日光灯和白炽灯，每层总功率 2000 W，总功率因数皆为 0.91。试求 (1) 负载如何接入电源？并画出线路图；(2) 求全部满载时的线电流及中线电流；(3) 如第一层仅用 $\frac{1}{2}$ 的电灯，第二层仅用 $\frac{3}{4}$ 的电灯，第三层满载，各层的功率因数不变，问各线电流和中线电流为多少？(答案： $I_l = 10 \text{ A}$ ； $I_N = 0$ ；(3) $I_A = 5 \text{ A}$ ； $I_B = 7.5 \text{ A}$ ； $I_C = 10 \text{ A}$ ； $I_N = 4.33 \text{ A}$)

$$I_N = 4.33 \text{ A}$$

解：(1) 负载为 220 V，采用 Y 型连接。



(2) ∵ 满载为对称负载 $I_N = 0$ $I_l = I_p$

$$I_A = I_B = I_C = \frac{P}{U_{p \cos \varphi}} = 10 \text{ A}$$

$$U_p \cdot I_p \cos \varphi = 2000 \text{ W}$$

$$(3) \quad I_{lA} = \frac{\frac{1}{2} \cdot P}{U_{p \cos \varphi}} = 5 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{lA} = 5 \angle 0^\circ$$

$$I_{lB} = \frac{\frac{3}{4} P}{U_{p \cos \varphi}} = 7.5 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{lB} = 7.5 \angle -120^\circ$$

$$I_C = \frac{P}{U_{p \cos \varphi}} = 10 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{lC} = 10 \angle 120^\circ$$

$$\dot{I}_N = 5 \angle 0^\circ + 7.5 \angle -120^\circ + 10 \angle 120^\circ = 4.33 \angle 150^\circ$$

5—7 图示三相四线制电路, 已知电源相电压 $\dot{U}_A = 220/0^\circ \text{ V}$, $\dot{U}_B = 220/-120^\circ \text{ V}$, $\dot{U}_C = 220/-240^\circ \text{ V}$, 供给两组对称的三相负载和一组单相负载。第一组三相负载为星形联结, 每相阻抗 $Z_1 = 22 \Omega$, 经过 $Z_0 = 5 \Omega$ 接到中性线。第二组三相负载为三角形联结, 每相阻抗为 $Z_2 = -j76 \Omega$ 。单相负载 $R = 10 \Omega$, 接在 A 相和中性线之间, 求各线电流 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 和中性线电流 \dot{I}_N 。(答案: $\dot{I}_A = 33.15/15.14^\circ \text{ A}$; $\dot{I}_B = 13.2/-79.11^\circ \text{ A}$;

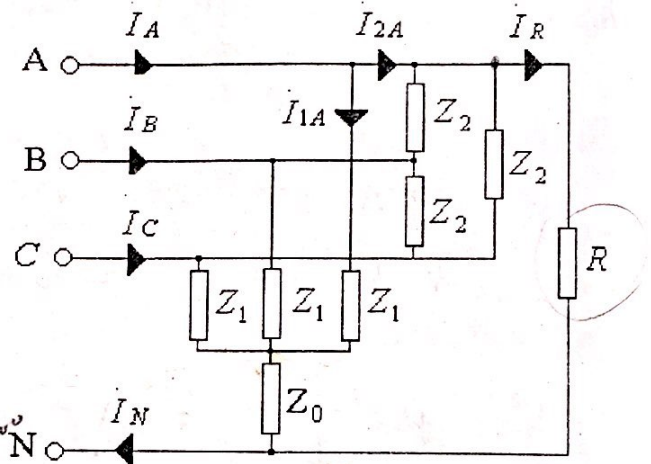
$$\dot{I}_C = 1/-199.11^\circ \text{ A}; \dot{I}_N = 22 \text{ A})$$

① 星形连接, 负载对称, 中点电压为 0

$\therefore Z_0$ 上没有电压 $\dot{I}_N = 0$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_B = \dot{I}_C = \frac{220}{22} = 10 \text{ A}$$

$$\dot{I}_{YA} = 10/0^\circ \quad \dot{I}_{YB} = 10/-120^\circ \quad \dot{I}_{YC} = 10/-240^\circ$$



② 三角形连接

$$\dot{U}_{PA} = \dot{U}_{AB} = \sqrt{3} \dot{U}_P \angle 30^\circ = 380 \angle 30^\circ$$

$$\dot{I}_{PA} = \frac{\dot{U}_{PA}}{Z_2} = \frac{380 \angle 30^\circ}{76 \angle -90^\circ} = 5 \angle 120^\circ$$

$$\dot{I}_{LA} = \sqrt{3} \cdot 5 \angle 90^\circ$$

$$\therefore \dot{I}_{LB} = 5\sqrt{3} \angle -30^\circ$$

$$\dot{I}_{LC} = 5\sqrt{3} \angle 210^\circ$$

③ A 相单相负载

$$\dot{I}'_A = \frac{220 \angle 0^\circ}{R=10} = 22 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\therefore \dot{I}_A = \dot{I}_{YA} + \dot{I}_{LA} + \dot{I}'_A =$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{YB} + \dot{I}_{LB} =$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_{YC} + \dot{I}_{LC} =$$

$$\dot{I}_N = \dot{I}'_A = 22 \angle 0^\circ \text{ A}$$

习题 5—6 电路图

