13.4 非正弦周期电流电路的计算

计算步骤：

1.把激励分解为傅里叶级数，根据准确度确定高次谐波截止项；

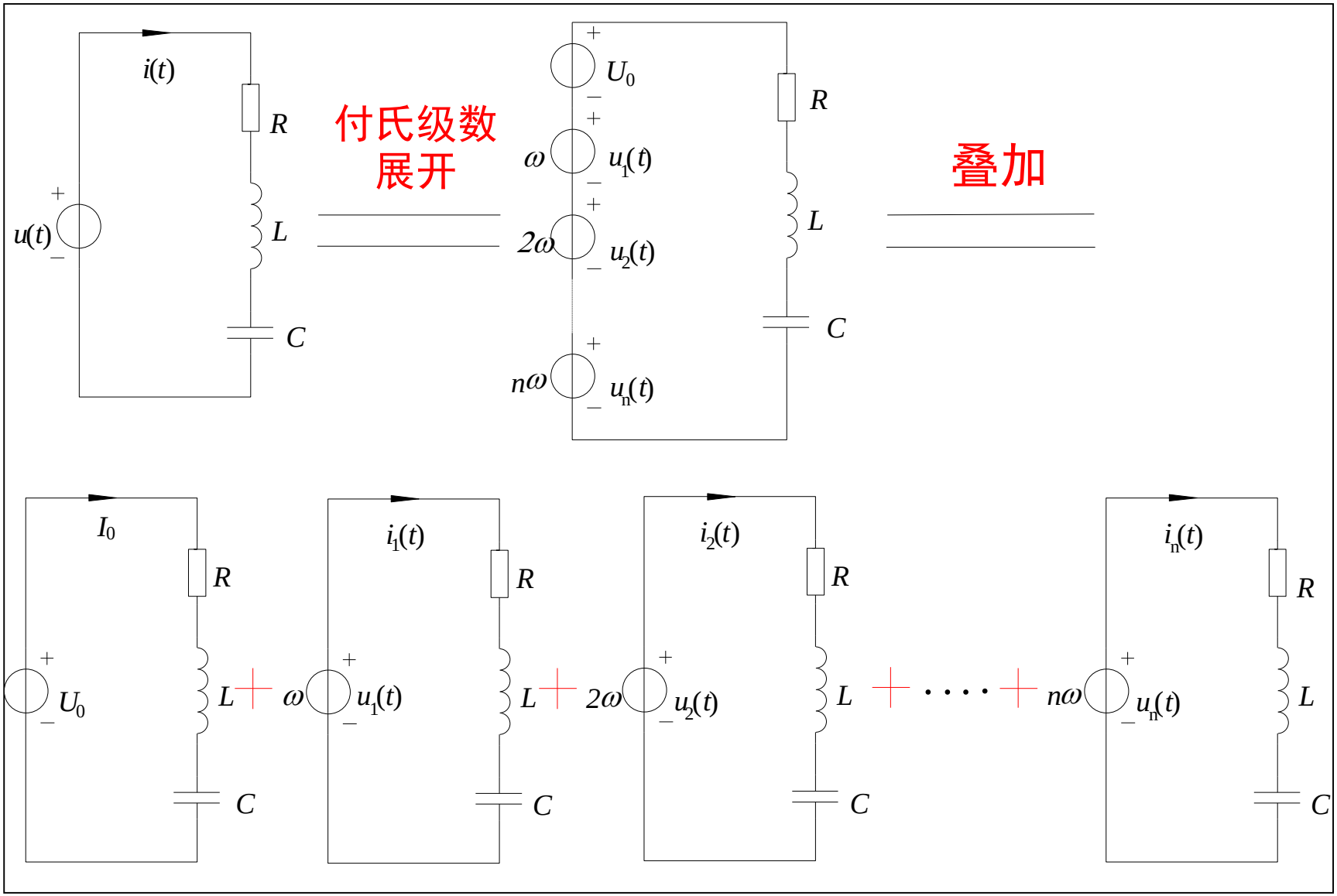
2.分别求出电源的恒定分量和各次谐波分量单独作用时电路的响应；

直流分量：电容—开路，电感—短路；

谐波分量：相量法求解，注意感抗和容抗与频率关系；

3.根据叠加定理，计算电路中的响应（用瞬时值叠加）。

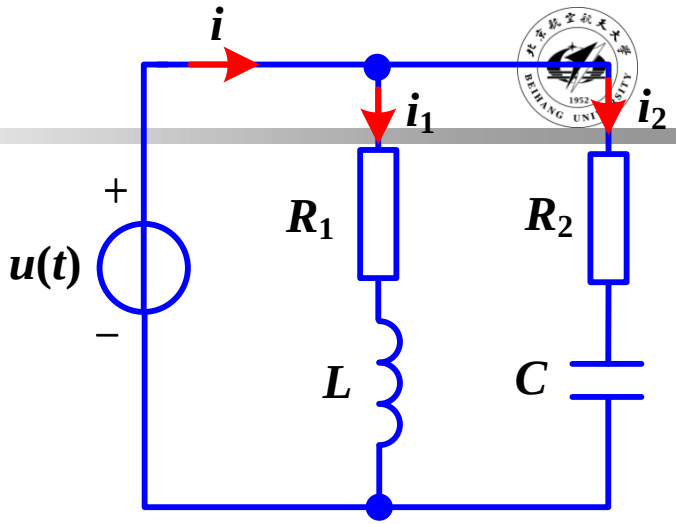
13.4 非正弦周期电流电路的计算



【例】 已知：$R_1=5\Omega \quad R_2=10\Omega$

$\omega L=2\Omega, \quad \dfrac{1}{\omega C}=15\Omega$

$$u(t)=10+141.4\sin\omega t$$
$$+70.7\sin(3\omega t+30°)\text{V}$$



求：电流$i(t)$及其有效值I和R_1支路吸收的功率P_1。

解

直流分量作用	基波分量作用	三次谐波分量作用
开路、短路	相量法分析	相量法分析
直流分量	基波正弦分量	三次谐波正弦分量

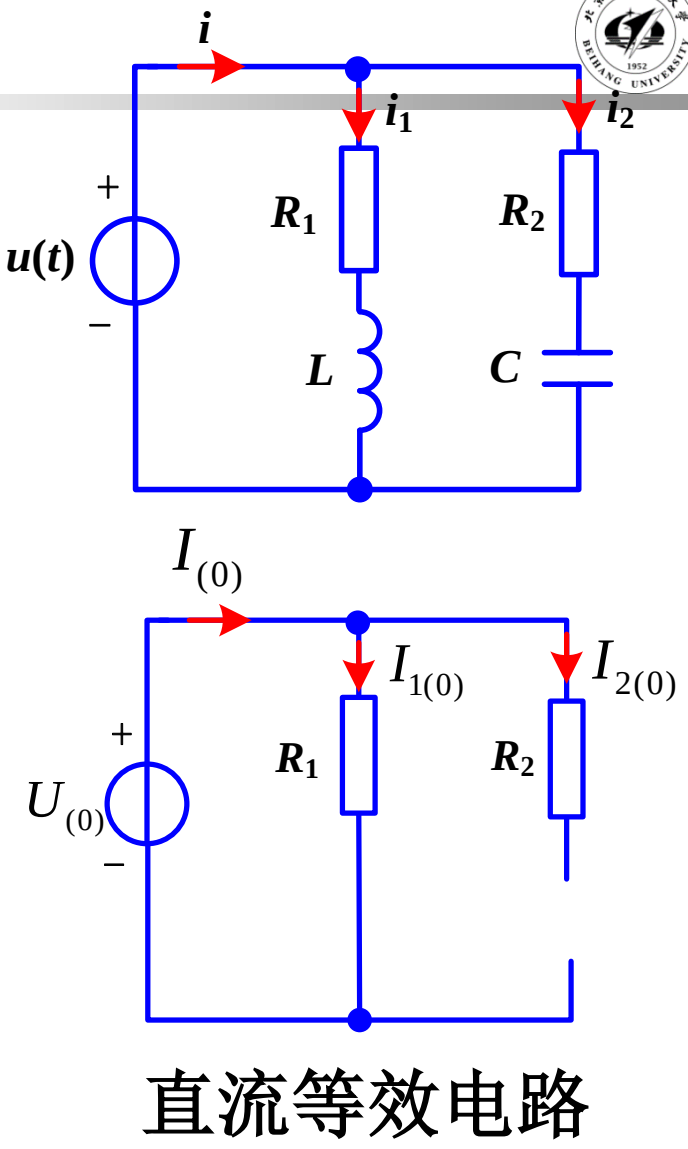
直流分量作用

$$U_{(0)} = 10\text{V}$$

$$I_{(0)} = \frac{U_{(0)}}{R_1} = \frac{10}{5} = 2(\text{A})$$

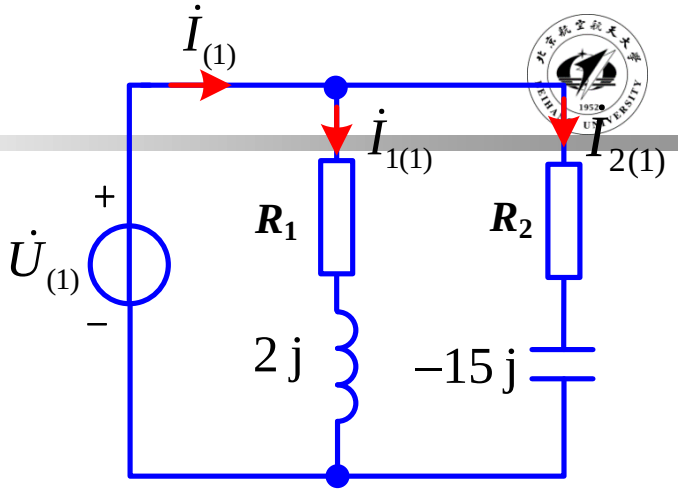
$$I_{1(0)} = I_{(0)} = 2(\text{A})$$

$$I_{2(0)} = 0$$



直流等效电路

基波分量作用



$$\dot{U}_{(1)} = \frac{141.4}{\sqrt{2}}\angle 0° = 100\angle 0°\text{V}$$

$$\dot{I}_{1(1)} = \frac{\dot{U}_{(1)}}{R_1 + \text{j}\omega L} = \frac{100\angle 0°}{5 + \text{j}2} = 18.57\angle -21.8°\text{A}$$

$$\dot{I}_{2(1)} = \frac{\dot{U}_{(1)}}{R_2 - \text{j}\dfrac{1}{\omega C}} = \frac{100\angle 0°}{10 - \text{j}15} = 5.55\angle 56.31°\text{A}$$

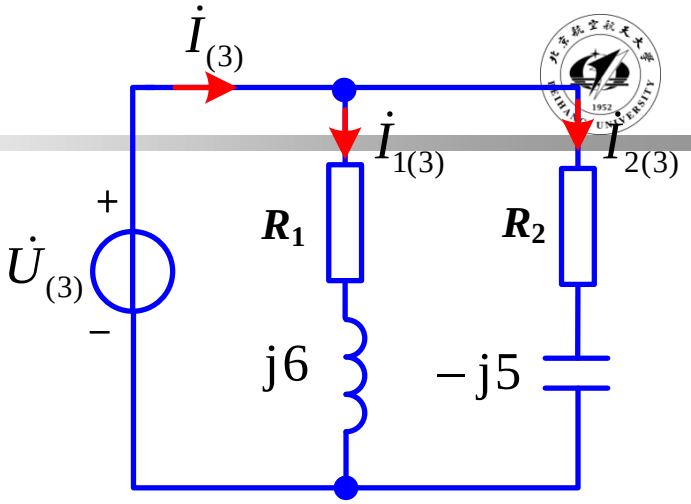
$$\dot{I}_{(1)} = \dot{I}_{1(1)} + \dot{I}_{2(1)} = 18.57\angle -21.8° + 5.55\angle 56.31°$$

$$= 20.43\angle -6.38°\text{A}$$

$$i_{(1)} = \sqrt{2}\,20.43\sin(\omega t - 6.38°)\text{A}$$

三次谐波分量作用

$$\dot{U}_{(3)}=\frac{70.7}{\sqrt{2}}\angle 30^\circ=50\angle 30^\circ \text{V}$$



$$\dot{I}_{1(3)}=\frac{\dot{U}_{(3)}}{R_1+\text{j}3\omega L}=\frac{50\angle 30^\circ}{5+\text{j}6}=6.4\angle -20.19^\circ \text{A}$$

$$\dot{I}_{2(3)}=\frac{\dot{U}_{(3)}}{R_2-\text{j}\dfrac{1}{3\omega C}}=\frac{50\angle 30^\circ}{10-\text{j}5}=4.47\angle 56.57^\circ \text{A}$$

$$\dot{I}_{(3)}=\dot{I}_{1(3)}+\dot{I}_{2(3)}=6.4\angle -20.19^\circ+4.47\angle 56.57^\circ=8.61\angle 10.17^\circ \text{A}$$

$$i_{(3)}=\sqrt{2}8.61\sin(3\omega t+10.17^\circ)\text{A}$$

$$U_{(0)}=10\text{V}\quad I_{(0)}=2\text{A}\quad I_{1(0)}=2\text{A}$$

$$\dot{U}_{(1)}=100\angle 0°\text{V}\qquad \dot{U}_{(3)}=50\angle 30°\text{V}$$

$$\dot{I}_{1(1)}=18.57\angle -21.8°\text{A}\qquad \dot{I}_{1(3)}=6.4\angle -20.19°\text{A}$$

$$\dot{I}_{(1)}=20.43\angle -6.38°\text{A}\qquad \dot{I}_{(3)}=8.61\angle 10.17°\text{A}$$

$$i=2+\sqrt{2}20.43\sin(\omega t-6.38°)+\sqrt{2}8.61\sin(3\omega t+10.17°)\text{A}$$

$$I=\sqrt{2^2+20.43^2+8.61^2}=22.26\text{A}$$

$$P_1=U_{(0)}I_{1(0)}+U_{(1)}I_{1(1)}\cos\varphi_1+U_{(3)}I_{1(3)}\cos\varphi_3$$

$$=10\times 2+100\times 18.55\cos 21.8°+50\times 6.4\cos(30°+20.19°)$$

$$=1947\text{W}$$

非正弦周期信号电路的分析的几个问题

1.多个激励作用$u_{S1}=10\,\mathrm{V}, u_{S2}=\sqrt{2}U\cos(\omega t+10°)\mathrm{V}$**,求某支路电压或电流，应采用谐波分析法。**

2. 激励 $u_{S1}=10+\sqrt{2}U_{11}\cos(\omega t+\varphi_{11})+\sqrt{2}U_3\cos(3\omega t+\varphi_3)\,\mathrm{V}$,

$$u_{S2}=\sqrt{2}U_{12}\cos(\omega t+\varphi_{12})+\sqrt{2}U_2\cos(2\omega t+\varphi_2)\,\mathrm{V}$$

同时作用，求响应。

直流＋基波＋2次谐波＋3次谐波

3. 若 $u_S=u_{S1}+u_{S2}$ ，求 u_S 的有效值。

【例】 $u(t)=30\sqrt{2}\cos\omega t+80\sqrt{2}\cos(3\omega t-120°)$

$+80\sqrt{2}\cos(3\omega t+120°)+30\sqrt{2}\cos(5\omega t)\text{V}$

求：电压U=?

解

$$U\neq\sqrt{30^2+80^2+80^2+30^2}$$

$$80\angle-120°+80\angle120°$$

$$=-40-\text{j}80\times\frac{\sqrt{3}}{2}-40+\text{j}80\times\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$=-80$$

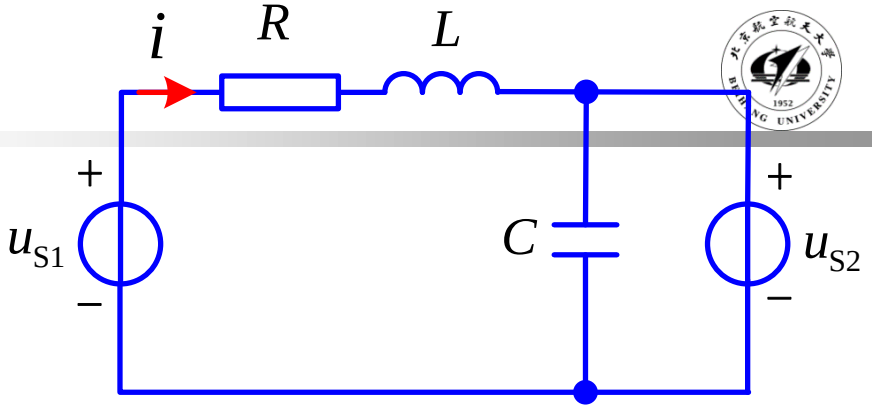
$$=80\angle180°\text{V}$$

$$U=\sqrt{30^2+80^2+30^2}=90.55\text{V}$$

【例】$R=6\Omega,\omega L=\dfrac{1}{\omega C}=8\Omega,$

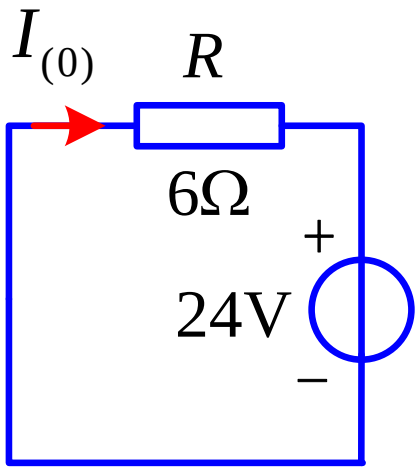
$$u_{S1}(t)=30\sqrt{2}\sin\omega t\text{V}$$

$$u_{S2}=24\text{V}$$

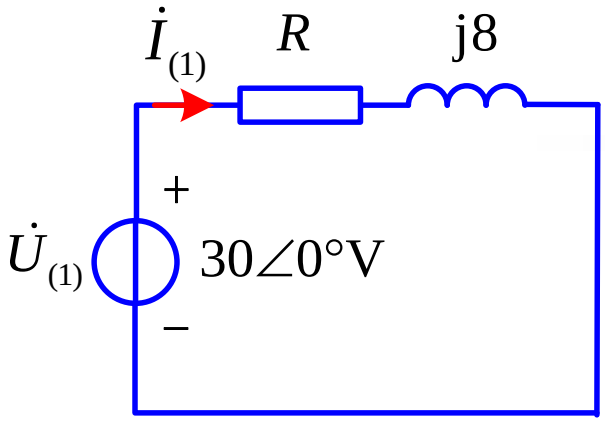


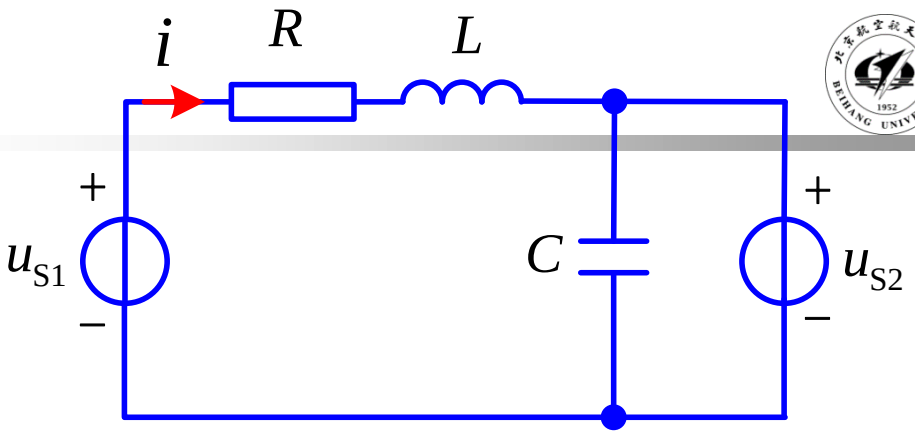
求：电流*i*的有效值。

解　直流分量作用



$$I_{(0)}=-\frac{24}{6}=-4\text{A}$$





基波分量作用

$$\dot{I}_{(1)}=\frac{30\angle 0^\circ}{6+\mathrm{j}8}=3\angle -53.13^\circ \mathrm{A}$$

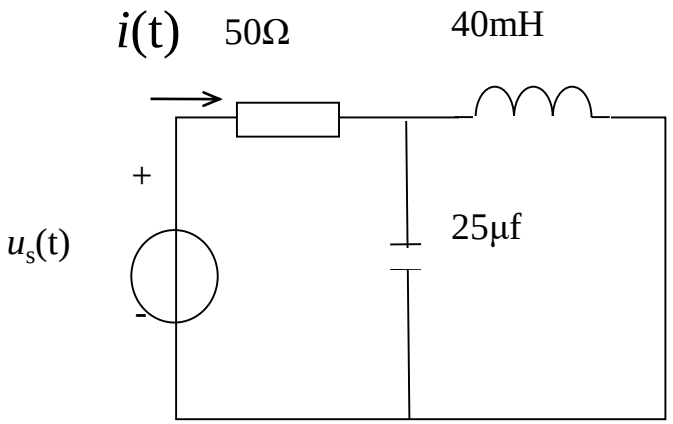
$$i(t)=-4+3\sqrt{2}\sin\left(\omega t-53.13^\circ\right)\mathrm{A}$$

$$I=\sqrt{4^2+3^2}=5\mathrm{A}$$

主观题

已知 $u_s(t)=50+100\sqrt{2}\cos 10^3 t+10\sqrt{2}\cos 2\times 10^3 t \quad (V)$

求：电源电压的有效值U_s和电流$i(t)$.



正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答

作业

- 13-7 【已知响应求参数）】
- 13-8 【多频率响应，求参数】
- 13-9 【多频率响应，求参数】
- 13-10 【含耦合电感电路】