

第十二章 非正弦周期电流电路

一、是非题

(注:请在每小题后[]内用“√”表示对,用“×”表示错)

1. 周期非正弦电流的有效值,不仅与其各次谐波的有效值有关,而且还与各次谐波的初相位有关。 [×]

2. 电压 $u(t)=3\sin \omega t+2\sin(3\omega t+60^\circ)$ 的相量表达式为 $\dot{U}_m=(3\angle 0^\circ+2\angle 60^\circ)$ [×]

3. 电压波形的时间起点改变时,波形对纵轴和原点的对称性将发生变化,但不影响它是否为奇次谐波函数。 [√]

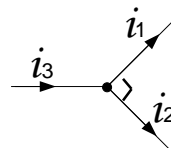
4. 奇谐波函数一定不包含直流分量。 [√]

二、选择题

(注:在每小题的备选答案中选择适合的答案编号填入该题空白处,多选或不选按选错论)

1. 在图中, $i_1=4\sqrt{2}\sin 10t$, $i_2=3\sqrt{2}\sin 20t$, 则电流 i_3 的有效值为_____。

(A) 1 A; (B) 5 A; (C) 7 A。



解: $I_3=5A$ 。

2. 已知

$$u=30\sqrt{2}\sin \omega t+80\sqrt{2}\sin(3\omega t-\frac{2\pi}{3})+80\sqrt{2}\sin(3\omega t+\frac{2\pi}{3})+30\sqrt{2}\cos 5\omega t \text{ 伏,}$$

则 u 的有效值为_____。

(A) $U=30+80+80+30=220V$

(B) $U=\sqrt{30^2+80^2+80^2+30^2}=120.83V$

(C) $U=\sqrt{30^2+80^2+30^2}=90.55V$

解: $80\angle(-2\pi/3)+80\angle(2\pi/3)=160\angle(2\pi/3)=-80$,

$$80\sqrt{2}\sin(3\omega t-\frac{2\pi}{3})+80\sqrt{2}\sin(3\omega t+\frac{2\pi}{3})$$

$$=80\sqrt{2}\sin(3\omega t-\pi)V$$

$$U=\sqrt{30^2+80^2+30^2}=90.55V。$$

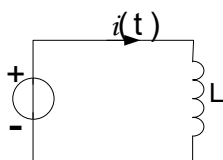
3. 在线性电阻电路中,非正弦周期电流产生的电压响应的波形与激励电流的波形(A).

(A)相同 (B)不同 (C)不一定.

4. 非正弦周期电流电路中,激励不含有直流分量,则响应中(B)直流分量.

(A)含有, (B)不含有, (C)不一定含有

5. 电路如图所示,已知 $L=0.2\text{H}$, $u_s=5\sin 50t+10\sin 100t\text{V}$, 则 $i(t)=$ (A)。



(A) $0.5\sin(50t-90^\circ) + 0.5\sin(100t-90^\circ)\text{A}$

(B) $0.5\sin(50t-90^\circ) + \sin(100t-90^\circ)\text{A}$

(C) $0.5\sin 50t + 0.5\sin 100t\text{A}$

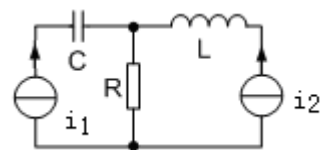
(D) $0.5\sin 50t + \sin 100t\text{A}$

解: $u_s=5\sin 50t+10\sin 100t=L\frac{di(t)}{dt}$

6. 电路如图所示,已知 $i_1=4\sqrt{2}\cos 2t$, $i_2=3\sqrt{2}\cos t\text{A}$, $C=1\text{F}$, $L=1\text{H}$, $R=1\Omega$ 。

则 R 消耗的平均功率 $P=$ _____。

(A)1W (B)25W (C)7W (D)49W



三、填空题

(注:请将正确答案填入空白处,不必写求解过程或说明其原因)

1. 若电路的电压 $u=(10+20\sin(\omega t-30^\circ)+8\sin(3\omega t-60^\circ))$, 电流 $i=(3+6\sin(\omega t+30^\circ)+2\sin 5\omega t)\text{A}$, 则该电路的平均功率为___W。

解: $P=3*10+6*20*0.5*0.5=60\text{W}$ 。

四、计算题

1. 已知一无源二端网络的外加电压及输入电流分别为 $u=220\sqrt{2}\sin 314t$, 伏

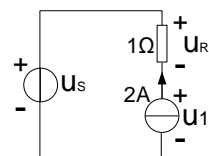
$i=0.8\sin(314t-85^\circ)+0.25\sin 942t-105^\circ$ 安, 试求网络吸收的平均功率。

解: $P=220*0.8*0.707*\cos 85=10.8\text{W}$ 。

2. 如图所示电路中 $u=220\sqrt{2}\sin 314t$, 求下列各量:

(1) 电阻两端的电压 u_R , (2) 电流源两端的电压 u_i , (3) 电流源发出的功率(平均功率);

(4) 电压源发出的功率(平均功率)。



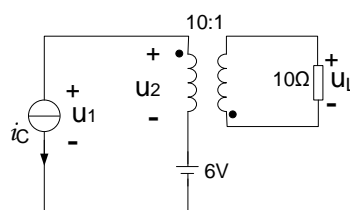
解：(1) 电阻两端的电压 $U_R = -2V$,

(2) 电流源两端的电压 $u_i = 2 + 220\sqrt{2} \sin 314t$,

(3) 电流源发出的功率(平均功率) $P = 4W$,

(4) 电压源发出的功率(平均功率) $P = 0W$

3. 如图所示电路, 求 u_1 、 u_2 、 u_L , 设 $i_c = 2 + 2 \sin 2\pi ft$ (mA) $f = 1$ KHz



解：变压器只能变换交流，

$$(-i_c) / i_2 = 1/10, i_2 = -10i_c = -20 \sin 2\pi ft \text{ (mA)},$$

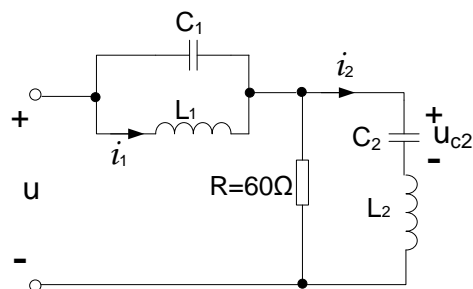
$$u_L = -10i_2 = 0.2 \sin 2\pi ft \text{ V},$$

$$u_2 = -10u_L = -2 \sin 2\pi ft \text{ V},$$

$$u_1 = 6 - 2 \sin 2\pi ft \text{ V}.$$

4. 图示电路中电压 $u = 60(1 + \sqrt{2} \cos \omega t + \sqrt{2} \cos 2\omega t)V$, $\omega L_1 = 100 \Omega$,

$\omega L_2 = 100 \Omega$, $1/\omega C_1 = 400 \Omega$, $1/\omega C_2 = 100 \Omega$, 求有效值 I_1 , I_2 , U_{C2}



解：直流分量： $I_1 = 60/60 = 1A$, $I_2 = 0$, $U_{C2} = 60V$;

基波分量 $L_2 C_2$ 串联谐振，支路两端电压为零，则：

$$\dot{I}_1 = \frac{60 \angle 0^\circ}{j100} = 0.6 \angle -90^\circ \text{ A}, \quad \dot{I}_2 = \frac{60 \angle 0^\circ}{j100} + \frac{60 \angle 0^\circ}{-j400} = 0.45 \angle 90^\circ \text{ A},$$

$$\dot{U}_{C2} = 0.45 \angle 90^\circ * (-j100) = 45 \angle 0^\circ \text{ V},$$

2 次谐波分量 $L_1 C_1$ 并联谐振，支路电流之和为零，则：

$$\dot{I}_2 = 0 \text{ A}, \quad \dot{U}_{C2} = 0 \text{ V}, \quad \dot{I}_1 = \frac{60 \angle 0^\circ}{j200} = 0.3 \angle -90^\circ \text{ A},$$

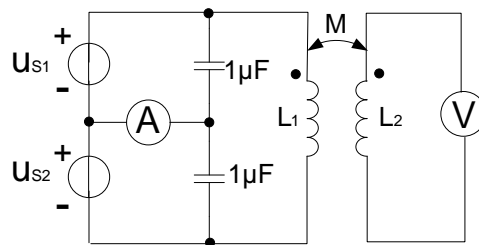
$$I_1 = \sqrt{1^2 + 0.6^2 + 0.3^2} = 1.204 \text{ A},$$

$$I_2 = \sqrt{0^2 + 0.45^2 + 0^2} = 0.45 \text{ A},$$

$$U_1 = \sqrt{60^2 + 45^2} = 75 \text{ V}.$$

5. 图示电路中, 电压 $u_{s1} = 80\sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ V}$, $u_{s2} = 40\sqrt{2} \sin(2\omega t - 60^\circ) \text{ V}$

$\omega = 5000 \text{ rad/s}$, 电感 $L_1 = 40 \text{ mH}$, $L_2 = 80 \text{ mH}$, 两线圈的耦合系数 $K = 0.5$, 电流表的内阻和电压表中的电流均不计. 求此时电流表读数和电压表读数。



$$\text{解: } M = K\sqrt{L_1 L_2} = 28.28 \text{ mH},$$

$$\text{基波分量: } \dot{I}_1 = 80 \angle 60^\circ * j\omega C = 0.4 \angle 150^\circ \text{ A},$$

$$\dot{I}_{L1} = 80 \angle 60^\circ / j\omega L_1 = 0.4 \angle -30^\circ \text{ A},$$

$$\dot{U}_{L2} = j\omega M \dot{I}_{L1} = 56.56 \angle 60^\circ \text{ V},$$

$$2 \text{ 次谐波分量: } \dot{I}_1 = 40 \angle -60^\circ * j2\omega C = 0.4 \angle 30^\circ \text{ A},$$

$$\dot{I}_{L1} = 40 \angle -60^\circ / j2\omega L_1 = 0.1 \angle -150^\circ \text{ A},$$

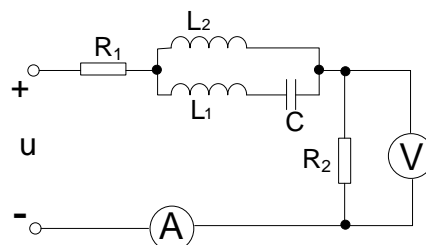
$$\dot{U}_{L2} = j2\omega M \dot{I}_{L1} = 28.28 \angle -60^\circ \text{ V},$$

$$I_1 = \sqrt{0.4^2 + 0.4^2} = 0.566 \text{ A},$$

$$U_{L2} = \sqrt{56.56^2 + 28.28^2} = 63.24 \text{ V}.$$

6. 图示电路中, 已知: $u = [20 + 20\sqrt{2} \sin \omega t + 15\sqrt{2} \sin(3\omega t + 90^\circ)]V$,

$R_1 = 1\Omega, R_2 = 4\Omega, \omega L_1 = 5\Omega, 1/\omega C = 45\Omega, \omega L_2 = 40\Omega$ 。试求电流表及电压表的读数(图中仪表均为电磁式仪表)。



解: 直流分量: $I = 20/5 = 4A$, $U = 16V$;

基波分量, L_1, L_2 和 C 发生并联谐振: $\dot{I} = 0A$, $U = 0V$,

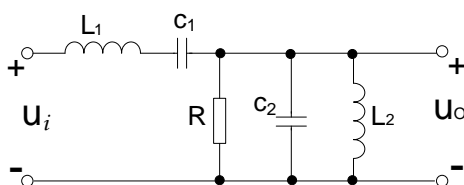
3 次谐波分量, L_1 和 C 发生串联谐振: $\dot{I} = 3 \angle 90^\circ A$, $U = 12V$,

$$I_1 = \sqrt{4^2 + 0^2 + 3^2} = 5A,$$

$$U_{L2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20V。$$

7. 图示电路中, 已知: $L_1 = 0.1H, L_2 = 0.5H, C_1 = 1mF, C_2 = 50\mu F, R = 15\Omega$ 。

$u_i = 10\sqrt{2} \sin 100t + 10 \sin 200t$, 试求 $u_o = ?$



解: 基波分量, L_1 和 C_1 串联谐振: $Z_{L1C1} = j0.1 \times 100 - j1000/100 = 0$,

$$u_o = 10\sqrt{2} \sin 100t$$

2 次谐波分量, L_2 和 C_2 并联谐振: $Z_{L2C2} = j0.1 \times 200 - j1000/200 = j15\Omega$,

$$Y_0 = 1/15 + j\omega C - j/\omega L = 1/15 + j200 \times 50 \times 10^{-6} - j/200 \times 0.5$$

$$= 1/15.$$

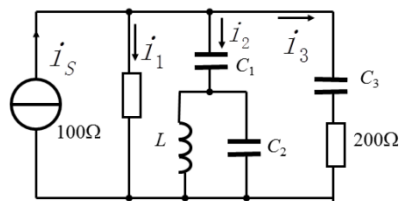
$$Z_0 = 15\Omega;$$

$$\dot{U}_0 = \frac{15}{15 + j15} \dot{U}_i$$

$$u_o = 5\sqrt{2} \sin(100t - 45^\circ) \text{ V},$$

$$u_o = 10\sqrt{2} \sin 100t + 5\sqrt{2} \sin(100t - 45^\circ) \text{ V}.$$

已知 $i_s = 5 + 20\cos 1000t + 10\cos 3000t$ A, $L = 0.1$ H, $C_3 = 1\mu\text{F}$, C_1 中只有基波电流, C_3 中只有三次谐波电流, 求 C_1 、 C_2 和各支路电流。(10 分)



解: C_1 中只有基波电流, 说明 L 和 C_2 对三次谐波发生并联谐振。即:

$$C_2 = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{9 \times 10^5} \text{ F}$$

C_3 中只有三次谐波电流, 说明 L 、 C_1 、 C_2 对一次谐波发生串联谐振。即:

$$\frac{1}{j\omega C_1} + \frac{-L/C_2}{j(\omega L - 1/\omega C_2)} = 0, \quad C_1 = \frac{8}{9 \times 10^5} \text{ F}$$

直流作用: $i_1 = i_s = 5$ A

一次谐波作用: $i_2(t) = i_s = 20 \cos 1000t$ A

三次谐波作用: $\dot{I}_{3(3)} = \frac{100 \times 10}{100 + 200 - j10^3/3} = 2.23 \angle 48^\circ \text{ A}$

$$\dot{I}_{1(3)} = \dot{I}_s - \dot{I}_{3(3)} = 10 - \frac{30}{9 - j10} = 8.67 \angle -11^\circ \text{ A}$$

$$i_1(t) = 5 + 8.67 \cos(3000t - 11^\circ) \text{ A}$$

$$i_3(t) = 2.23 \cos(3000t + 48^\circ) \text{ A}$$