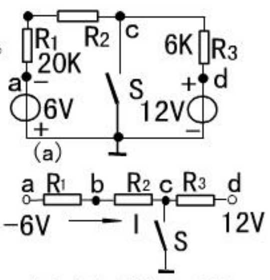
例1：电路如图(a)，求开关S断开和合上时b点和C点的电位。



(b)电路的简化画法

解：S断开时电路为一条支路

设电流I的参考方向为ad

$I=\frac{U_{ad}}{(R_1+R_2+R_3)}=\frac{-18}{36}=-0.5mA$

$U_c=U_d+IR_3=12-0.5\times6=9V$

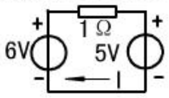
$U_b=U_c+IR_2=9-0.5\times10=4V$

开关S合上时

U_c=0V,电流 I 只流过 R_1、R_2

$I=U_{ac}/(R_1+R_2)=-0.2mA$ $U_b=IR_2=-0.2\times10=-2V$

例2：电路如图，已知I=1A，求6V电压源和5V电压源上的功率。

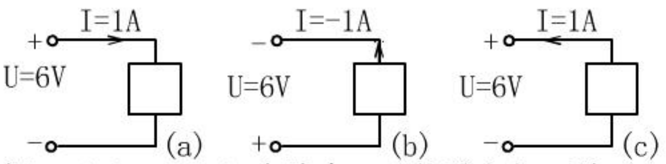


解：P6=-UI=-6X1=-6W

（发出或产生功率）

P5=UI=5X1=5W（吸收或消耗功率）

例3 计算图示电路各元件吸收或产生的功率。



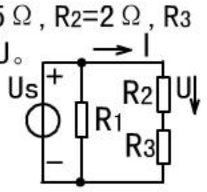
解：（a）、（b）电路中U、I关联方向，则

(a) P=UI=6×1=6W （吸收）

(b) P=UI=6×(-1)=-6W （产生）

(c)电路中UI非关联，则P=-UI=-6×1=-6W(产生)

例4：电路如图，已知Us=2V，R1=5Ω，R2=2Ω，R3=3Ω，试计算电流I和电压U。



解：由性质（1）可知，

Us为定值

I=Us/(R2+R3)=2/(2+3)

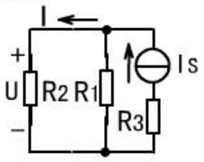
=0.4A

U=IR2=0.4×2=0.8V

计算结果说明：

若某元件与理想电压源并联(如R1、Us)，对外电路而言(如I、U等)，该元件可视为开路。

例5：电路如图，已知IS=4A，R1=2Ω，R2=2Ω，R3=3Ω，试计算电流I和电压U。



解：由性质(1)可知，Is串多少电阻，其电流不变，因而

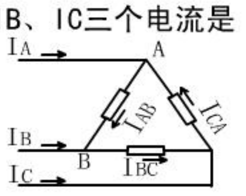
U=Is×R1/2=4V

I=U/R2=2A

计算结果说明：

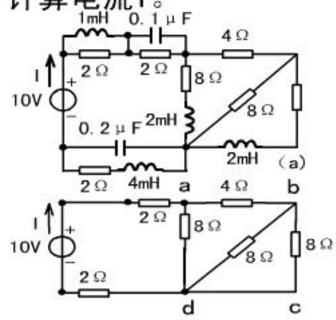
某元件与理想电流源串联(如R3、Is)，对外电路而言(如I、U等)，该元件可视为短路。

例6：按图中的参考方向，IA、IB、IC三个电流是否全为正值。



解 不是。

例：已知电路如图(a)，计算电流I。



解：电感视为短路，

电容视为开路，

图(a)→图（b）。

$R_{bd}=8/2=4\Omega$

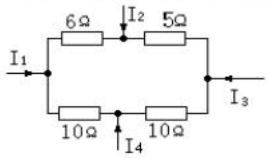
$R_{ad}=(4+4)/2=4\Omega$

电路总电阻

R=2+4+2=8Ω

电流I=10/8=1.25A

例8：已知图电路的I_1=1mA，I_2=-5mA，I_3=3 mA，I_4应为多少。

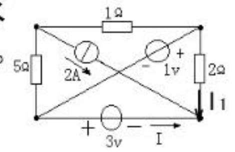


解 根据KCL有

$I_4=-(I_1+I_2+I_3)$

$=-(1-5+3)=1mA$

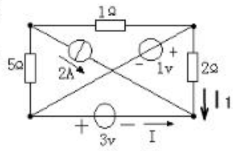
例9. 利用克希霍夫定理求出图示电路中的电流I。



解 $I_1=(1+3)/2=2A$

$I=-(I_1+2)=-4A$

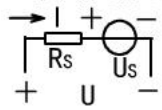
例9. 利用克希霍夫定理求出图示电路中的电流I。



解 $I_1=(1+3)/2=2A$

$I=-(I_1+2)=-4A$

例10：已知图示电路的电压U=60V，I=3A，Rs=4Ω，求（1）负载吸收的功率；（2）负载端发生的时短路电流。



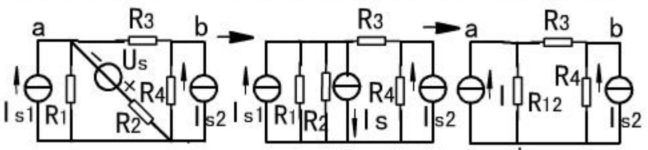
解 (1)负载的电流、电压参考方向为非关联方向；有

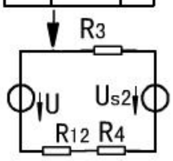
P=-IU=-3×60=-180W

（2）由KVL得 $U=IR_s+U_s$ U_s=48V

负载短路时，U=0 $I=-U_s/R_s=-12A$

例11 图示电路中已知I_{s1}=10A，I_{s2}=2A，Us=12V，R1=3Ω，R2=6Ω，R3=R4=2Ω，试求电阻R3上通过的电流。





解：将电压源等效为电流源Is

Is=Us/R2=2A

将电流源I_{s1}、I_s合并

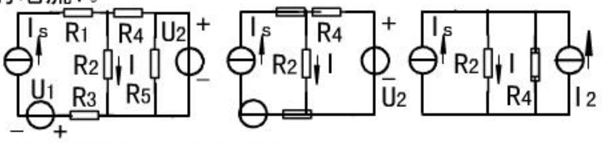
I=8A $R_{12}=R_1//R_2=2\Omega$

将电流源I_{s2}、I等效为电压源

$U_{s2}=R_4I_{s2}$=4V $U=R_{12}I$=16V

R3上的电流$I_{ab}=(U-U_{s2})/(R_{12}+R_4+R_3)$=2A

例12 在电路图中，已知I_s=3A，U_1=30V，U_2=12V，R_1=30Ω，R_2=20Ω，R_3=12Ω，R_4=10Ω，R_5=40Ω，计算电阻R_2上的电流I。



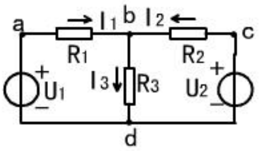
解：利用理想电源性质化简

将电压源变换为电流源

$I_2=U_2/R_4=1.2A$

电阻R_2上的电流$I=\frac{(I_s+I_2)R_4}{R_2+R_4}=1.4A$

例13. 电路如图，已知R_1=1Ω，R_2=0.6Ω，R_3=24Ω，U_1=110V，U_2=90V，求各支路的电流。



解：n=2 m=3

节点b $\quad I_1+I_2-I_3=0$

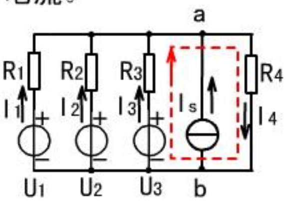
回路abda $\quad I_1R_1+I_3R_3=U_1$

回路cbdc $\quad I_2R_2+I_3R_3=U_2$

代入数据，联立求解

I_1=14A I_2=-10A I_3=4A

例14. 电路如图，求出各支路电流。



解：n=2 m=4

节点a $\quad I_1+I_2+I_3+I_s=I_4$

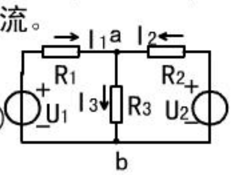
回路1 $\quad I_1R_1-I_2R_2=U_1-U_2$

回路2 $\quad I_2R_2-I_3R_3=U_2-U_3$

回路3 $\quad I_3R_3+I_4R_4=U_3$

四个方程联立求解，即可求出各支路电流。

例15. 电路如图，已知R_1=1Ω，R_2=0.6Ω，R_3=24Ω，U_1=110V，U_2=90V，求各支路的电流。



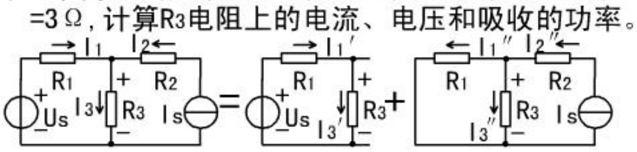
解：节点电压U_{ab}

$U_{ab}=(\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2})/(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3})$

=96V

$I_1=\frac{U_1-U_{ab}}{R_1}=14A \quad I_2=\frac{U_2-U_{ab}}{R_2}=-10A \quad I_3=\frac{U_{ab}}{R_3}=4A$

例16 图示电路已知U_s=4V，I_s=2A，R_1=1Ω，R_2=2Ω，R_3=3Ω，计算R_3电阻上的电流、电压和吸收的功率。



解：(1)当电压源单独作用时 (2)当电流源单独作用时

$I_3'=U_s\div(R_1+R_3)=1A \qquad I_3''=I_sR_1\div(R_1+R_3)=0.5A$

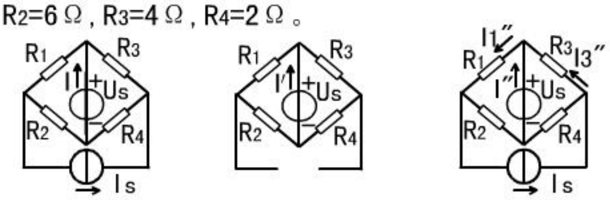
$U_3'=I_3'\times R_3=3V \qquad U_3''=I_3''\times R_3=1.5V$

(3) $I_3=I_3'+I_3''=1.5A \quad U_3=I_3R_3=4.5V=U_3'+U_3''$

$P_3=R_3I_3^2=6.75W\neq R_3I_3'^2+R_3I_3''^2$

叠加原理只能用来计算电路的I和U，不能计算P。

例17 求电路电流I。已知U_s=6V，I_s=2A，R_1=8Ω，R_2=6Ω，R_3=4Ω，R_4=2Ω。



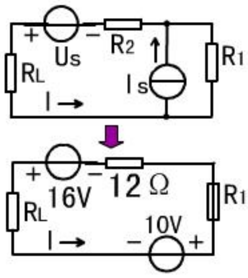
解：

Us单独作用时 $I'=U_s/\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{(R_1+R_2)+(R_3+R_4)}=1.43A$

Is单独作用时

$I''=I_1''-I_3''=I_s(\frac{R_2}{R_1+R_2}-\frac{R_4}{R_3+R_4})=0.19A$

例18 求电路电流I。已知U_s=6V，I_s=2A，R_1=5Ω，R_2=7Ω，R_L=8Ω。



解：利用叠加原理计算

Us单独作用时

$I'=U_s/(R_1+R_2+R_L)=0.3A$

Is单独作用时

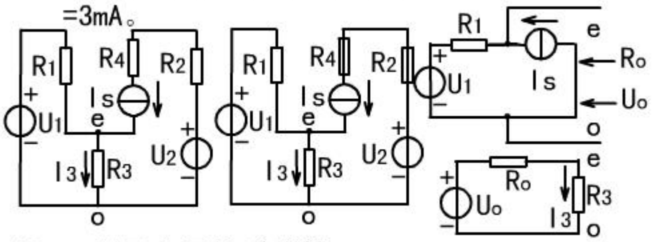
$I''=I_sR_1/(R_1+R_2+R_L)=0.5A$

$I=I'+I''=0.8A$

利用电源等效变换计算

I=16/(12+8)=0.8A

例19 用戴维南定理求I_3。电路如图，已知U_1=1.5V，U_2=6V，R_1=1K，R_2=0.1K，R_3=0.01K，R_4=0.15K，I_s=3mA。



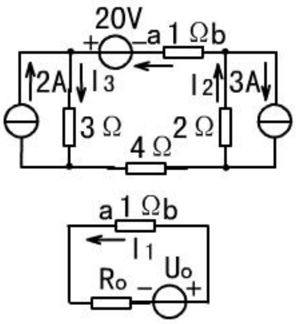
解：1. 利用电源性质化简

2. 利用戴维南定理计算

$R_0=R_{eo}=R_1 \quad U_0=U_{eo}=R_1I_s+U_1=4.5V$

$I_3=U_0/(R_0+R_3)=4.46A$

例20 计算I_1、I_2、I_3。



解：利用戴维南定理计算

$R_o=R_{ab}=9Ω$

$U_o=U_{ba}$=-3X2-3X2+20

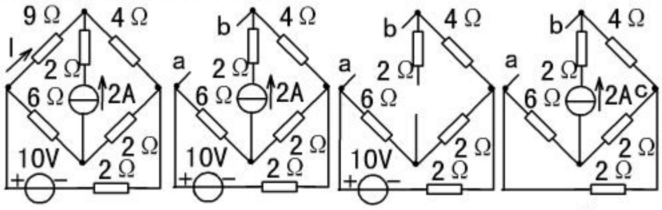
=8V

$I_1=U_o/(R_o+1)=0.8A$

I_2=3+0.8=3.8A

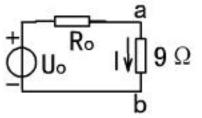
I_3=2+0.8=2.8A

例21 用戴维南定理求I。



解： $R_o=R_{ab}=4+(6+2)//2=5.6\Omega$

用叠加原理求U_{ab}



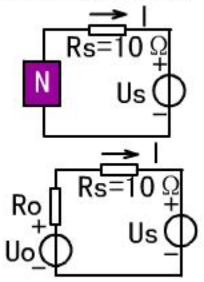
$U_{ab}'=10X8/(2+8)=8V$

$U_{ab}''=U_{ac}''+U_{cb}''=-2X2X2/(2+8)-2X4=-8.8V$

$U_o=U_{ab}=U_{ab}'+U_{ab}''=-0.8$

$I=U_o/(R_o+9)=-0.055A$

例22 电路如图，已知N为线性有源二端网络，当Us=10V，I=1A；当Us=0V，I=1.5A，求将N等效为电压源的电压Uo和内阻Ro。



解： 当Uo单独作用时， I'=1.5A

当Us=10V单独作用

$I''=I-I'=1-1.5=-0.5A$

$Us=-I''(Ro+Rs)$

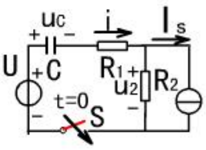
$Ro=-Us/I''-Rs=10\Omega$

在Uo单独作用时

$Uo=I'(Ro+Rs)=1.5X2X10=30V$

第二章 电路的暂态分析

例1 电路如图，S闭合前电路处于稳定状态，求t≥0时的u_C、u_2。已知U=30V，C=10uF，R1=20k，R2=10k，Is=3mA。



解：用三要素法求u_C

$u_C(0_+)=0 \quad u_C(\infty)=U+R_2I_S=30+10\times3=60 \quad v$

$\tau=C(R_1+R_2)=10\times10^{-6}\times30\times10^3=3/10 \quad s$

$u_C(t)=60(1-e^{-10t/3}) \quad v$

$i=C\frac{du_C}{dt}=10\times10^{-6}\times60\times(10/3)e^{-10t/3}=2e^{-10t/3}mA$

$u_2(t)=R_2(i-I_S)=10\times10\times(2e^{-10t/3}-3)\times10$

$=20e^{-10t/3}-30 \quad v$

用三要素法求u_2

$u_2(0_+)=R_2(i(0_+)-I_S)=10\times10^{-3}$

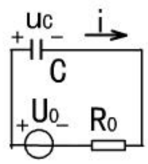
$\times(2-3)\times10^{-3}=-10 \quad v$

$u_2(\infty)=-R_2\times I_S=-30 \quad v$

$u_2=-30+(-10+30)e^{-10t/3}$

$=-30+20e^{-10t/3} \quad v$

利用戴维南定理求u_C



$R_0=R_1+R_2=30k\Omega \quad U_0=U+I_SR_2=60v$

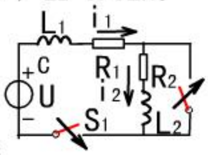
$u_C(0_+)=0 \quad u_C(\infty)=U_0=60 \quad v$

$\tau=CR_0=10\times10^{-6}\times30\times10^3=3/10s$

$u_C(t)=60(1-e^{-10t/3}) \quad v$

例3 电路如图，S闭合前电路处于稳定状态，求(1)S1闭合后i_1、i_2。(2)待稳定后再闭合S2后的i_1、i_2。已知U=6V，L1=0.01H，R1=2Ω，R2=1Ω，L2=0.02H。

解：(1) S1闭合，S2未闭合



$i_1=i_2=i_L \quad i_L(0_+)=i_L(0_-)=0$

$i_L(\infty)=U/(R_1+R_2)=2 \quad A$

$\tau=L/R=(0.01+0.02)/3=0.01 \quad s$

$i_L=i_L(\infty)+[i_L(0_+)-i_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}=2-2e^{-100t} \quad A$

(2) S1闭合稳定后，S2闭合，i_1为全响应

$i_1(0_+)=2A \quad i_1(\infty)=U/R_1=3A \quad \tau=L_1/R_1=0.005s$

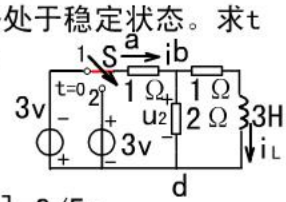
$i_1=3+[2-3]e^{-200t}=3-e^{-200t} \quad A$

i_2为零输入响应

$i_2(0_+)=2A \quad i_2(\infty)=0 \quad \tau=L_2/R_2=0.02s$

$i_2=0+[2-0]e^{-50t}=2e^{-50t} \quad A$

例3 电路如图，换路前电路处于稳定状态。求t≥0时的i和i_L，并画出曲线。



解：求i_L

$i_L(0_+)=i_L(0_-)=-6/5A$

$i_L(\infty)=6/5A$

$\tau=L/R=3/[1+2\times1/(2+1)]=9/5s$

$i_L=6/5+(-6/5-6/5)e^{-5t/9}=6/5-12/5e^{-5t/9}A$

求i方法一

根据KCL 节点b $\begin{cases} i=i_L+i_{bd} \\ i+2i_{bd}-3=0 \end{cases}$ $(i_{bd}\neq i_L)$

根据KVL 回路abda

$i=9/5-(8e^{-5t/9})/5 \quad A$

求i方法二

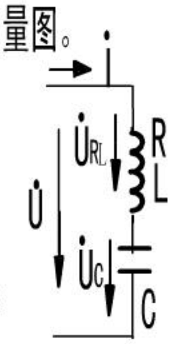
根据KVL 回路bcdb $u_2=i_L+u_L$

$u_L=Ldi/dt=4e^{-5t/9} \quad v$

$i=3-u_2=3-i_L-u_L=9/5-(8e^{-5t/9})/5 \quad A$

第三章 单相正弦稳态电路分析

例1：电路如图所示，已知$u=100\sqrt{2}\sin 5000t$ V，$R=15\Omega$，$L=12mH$，$C=5\mu F$，求$\dot{I}$、u_{RL}、u_C，并作相量图。



解

$$X_C=\frac{1}{\omega C}=\frac{1}{5000\times5\times10^{-6}}=40\Omega$$

$$X_L=\omega L=5000\times12\times10^{-3}=60\Omega$$

$$Z=R+j(X_L-X_C)=15+j20=25\angle53.2°\Omega$$

$\because$ $\dot{U}=100\angle0°$ V

$$\dot{I}=\frac{\dot{U}}{Z}=4\angle-53.2°\ A$$

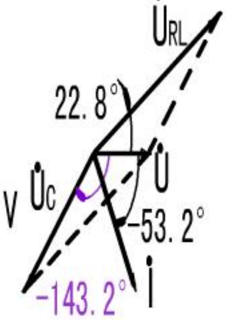
$$\dot{U}_{RL}=Z_{RL}\dot{I}=(R+jX_L)\dot{I}=247\angle22.8°\ V$$

$$\dot{U}_C=-jX_C\dot{I}=160\angle-143.2°\ V$$

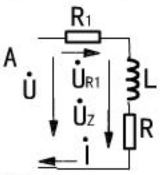
$$i=4\sqrt{2}\sin(5000t-53.2°)\ A$$

$$u_{RL}=247\sqrt{2}\sin(5000t+22.8°)\ V$$

$$u_C=160\sqrt{2}\sin(5000t-143.2°)\ V$$



例2：电路如图所示，已知$Z=R+jX_L$，$R_1=10\Omega$，$f=50Hz$，$U=36V$，$U_{R1}=20V$，$U_Z=22.4V$，求R和L。



解　设参考相量$\dot{I}=\frac{\dot{U}_{R1}}{R_1}\angle0°=\frac{20}{10}=2\angle0°$ A

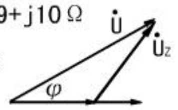
根据余弦定理$\cos\varphi=\frac{U^2+U_{R1}^2-U_Z^2}{2UU_{R1}}$

$=0.829$　$\varphi=34°$

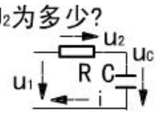
电路总复阻抗$Z=\frac{\dot{U}}{\dot{I}}=\frac{36\angle34°}{2\angle0°}=14.9+j10\Omega$

$R=14.9-R_1=14.9-10=4.9\Omega$　$X_L=10\Omega$

$L=\frac{10}{2\pi f}=31.8mH$



例3：电路如图，已知$u_1=\sqrt{2}\sin 6280t$V，$C=0.01\mu F$，欲使输出u_2相位超前u_1 60°，问应配多大电阻？此时U_2为多少？



解　用相量图法求解

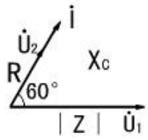
作相量图，$\dot{U}_1$、$\dot{U}_2$、$\dot{U}_C$满足电压三角形。

根据电压三角形几何关系$U_2=U_1\cos60°$

$=0.5V$

根据阻抗三角形几何关系$R=X_C\,ctg60°$

$$R=\frac{ctg60°}{\omega C}=9193.5\ \Omega$$



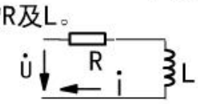
用相量式法求解

$$\frac{\dot{U}_1}{Z}=\frac{\dot{U}_2}{R}\qquad\frac{1\angle0°}{R-jX_C}=\frac{U_2\angle60°}{R}$$

复角关系：$tg^{-1}\frac{X_C}{R}=60°$　$R=\frac{X_C}{tg60°}=9193.5\Omega$

摸关系：$\frac{1}{\sqrt{R^2+X_C^2}}=\frac{U_2}{R}$　$U_2=\frac{R}{\sqrt{R^2+X_C^2}}=0.5$ V

例4：电路如图，已知电源电压为$30\angle0°$ V，$f=2.5kHz$，流过线圈的电流为$20\angle-65°$ mA，求线圈的R及L。



解　由已知得：$\dot{U}=30\angle0°$ V

$\dot{I}=20\angle-65°$ mA

$$Z=\frac{\dot{U}}{\dot{I}}=\frac{30\times10^3}{20\angle-65°}=1500\angle65°=634+j1359\ \Omega$$

$R=634\Omega$　$X_L=1359\Omega$

$$L=\frac{X_L}{2\pi f}=\frac{1359}{2\times3.14\times2.5\times10^3}=86.6mH$$

例5：用RLC串联电路规律分析下列各等式。如不能成立，请改正。

	解
(1) $i=\frac{u}{\lvert Z\rvert}$	(1) $I=\frac{U}{\lvert Z\rvert}$
(2) $U=U_R+U_L+U_C$	(2) $\dot{U}=\dot{U}_R+\dot{U}_L+\dot{U}_C$
(3) $\lvert Z\rvert=\lvert Z_1\rvert+\lvert Z_2\rvert+\lvert Z_3\rvert$	(3) $Z=Z_1+Z_2+Z_3$
(4) $I=\frac{U}{\lvert Z\rvert}=\frac{U}{R+X_L+X_C}$	(4) $I=\frac{U}{\lvert Z\rvert}=\frac{U}{\lvert R+j(X_L-X_C)\rvert}$

例6：已知RLC并联电路中$R=10$，$H=48mH$，$C=397\mu F$。电源电压$U=120V$，$f=50Hz$，求电流$\dot{I}_R$、$\dot{I}_L$、$\dot{I}_C$及$\dot{I}$。

解　$\dot{U}=120\angle0°$ V　$X_L=2\pi fL=15\Omega$　$X_C=\frac{1}{2\pi fC}=8\Omega$

$$\dot{I}_L=\frac{\dot{U}}{jX_L}=-j8=8\angle-90°\ A$$

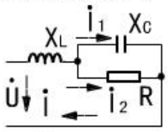
$$\dot{I}_C=\frac{\dot{U}}{-jX_C}=j15=15\angle90°\ A\qquad\dot{I}_R=\frac{\dot{U}}{R}=12\ A$$

$$\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_L+\dot{I}_C=12+j7=13.9\angle30.3°\ A$$

$$i=13.9\sqrt{2}\sin(\omega t+30.3°)\ A$$

由计算结果可知：$I_L<I_C$电路呈容性。$I<I_C$说明正弦交流电路的总电流可能小于支路电流。

例7：已知$I_1=I_2=10A$，$U=100V$，u与i同相，求I，R，X_L，X_C。



解　相量式法

$\because$ $I_1=I_2$　$\therefore X_C=R$，

由电流三角形得$I=\sqrt{I_1^2+I_2^2}=10\sqrt{2}$ A

$$Z=jX_L+\frac{-jRR}{R-jR}=jX_L+\frac{-jR(1+j)}{2}=jX_L+\frac{R}{2}-j\frac{R}{2}$$

$\because$u与i同相　$\therefore\varphi=0$，$X_L=\frac{R}{2}$

$Z=\frac{R}{2}=\frac{U}{I}=\frac{100}{10\sqrt{2}}=5\sqrt{2}\Omega$　$X_L=5\sqrt{2}\Omega$　$R=X_C=10\sqrt{2}\Omega$

相量图法

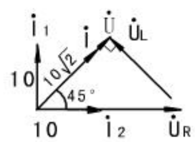
设$\dot{U}_R=\dot{U}_R\angle0°$，作相量图。

由相量的几何关系可知

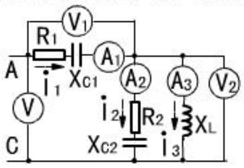
$I=10\sqrt{2}$ A　　$U=U_L=100V$

$U_R=\sqrt{U_L^2+U^2}=100\sqrt{2}$ V

$X_L=\frac{U_L}{I}=5\sqrt{2}\ \Omega$　$X_C=R=\frac{U_R}{I_1}=10\sqrt{2}\Omega$



例8：如图所示，已知电压表读数$U_1=U_2=100V$，电流表读数$I_1=I_2=I_3=5A$，输入端电压U_{AC}与电流I_1同相位，求电路的参数和电压表读数V。



解　作相量图，设$\dot{U}_2=100\angle 0°$

根据几何图形可知

$jX_L=\dot{U}_2/\dot{I}_3=100/(-j5)=j20\Omega$

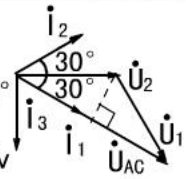
$R_2-jX_{C2}=\dot{U}_2/\dot{I}_2=100/5\angle 30°$

$=20\angle -30°=17.3-j10\Omega$

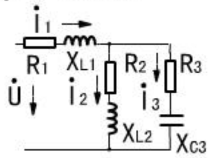
$R_1-jX_{C1}=\dot{U}_1/\dot{I}_1=100\angle -60°/5\angle -30°$

$=20\angle -30°=17.3-j10\Omega$

$\because U_1=U_2$　$U_{AC}=2U_1\cos 30°=173.2v$



例9：电路如图，已知$R_1=R_2=R_3=10\Omega$，$X_{L1}=20\Omega$，$X_{L2}=X_{C3}=10\Omega$，$\dot{U}=220\angle 0°$ V，$\dot{I}_1=7.78\angle -45°$，$\dot{I}_2=5.5\angle -90°$，$\dot{I}_3=5.5\angle 0°$。计算电路的P、Q和S。



解　方法一：

$P_1=I_1^2R_1=7.78\ \times 10=605.3W$

$P_2=I_2^2R_2=5.5\ \times 10=302.5W$

$P_3=I_3^2R_3=302.5W$

$Q_1=I_1^2X_{L1}==1210.6Var$

$Q_2=I_2^2X_{L2}=302.5Var$　$Q_3=-I_3^2X_{C3}=-302.5Var$

$P=P_1+P_2+P_3=1210W$　$Q=Q_1+Q_2+Q_3=1210.6Var$

$S=\sqrt{P^2+Q^2}=1712VA$

方法二：直接计算　$\varphi=45°$

$P=I_1U\cos 45°=1210W$　$Q=I_1U\sin 45°=1210.6Var$

$S=I_1U=1712VA$

方法三：用复功率计算功率。

$\bar{S}=\dot{U}\dot{I}^*=220\angle 0°\ \times 7.78\angle 45°=1712\angle 45°$

$=1210+j1210$

$P=1210W$　$Q=1210.6Var$　$S=1712VA$

例10：电路如图，已知$R_1=R_2=X_{L1}=X_{L2}=100\Omega$，两并联电路为容性，$U_{AB}=100\ 2$ V，$P_{AB}=100W$，$\cos\varphi_{AB}=1/\ 2$。求：(1)Z；(2)U；(3)电路的$\cos\varphi$、P、Q和S。

(1) 设 $\dot{U}_{AB}=100\sqrt{2}\ \angle 0°$ V

$Z_2=R_2+jX_{L2}=100\sqrt{2}\ \angle 45°\ \Omega$

$\dot{I}_2=\frac{\dot{U}_{AB}}{Z_2}=1\angle -45°$ A

$I_1=\frac{P_{AB}}{U_{AB}\cos\varphi_{AB}}=1A$　$\dot{I}_1=1\angle 45°$ A

$\dot{I}_Z=\dot{I}_1-\dot{I}_2=1\angle 45°-1\angle -45°=\sqrt{2}\angle 90°$ A

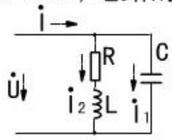
$Z=\frac{\dot{U}_{AB}}{\dot{I}_Z}=\frac{100\sqrt{2}}{j\sqrt{2}}=-j100\Omega$

(2) $\dot{U}=\dot{I}_1R+j\dot{I}_1X_{L1}+\dot{U}_{AB}=200\angle 45°$ V

(3) $\varphi=45°-45°=0°$

$S=P=IU=1\times 200=200W$　　$Q=0Var$

例11：电路如图，已知$I_1=I_2=I$，$f=50Hz$，$U=100V$，电路的功率$P=866W$。试求R、L、和C。



解　设 $\dot{U}=100\angle 0°$ V，作相量图

$I=\frac{P}{U\cos\phi}=\frac{866}{100\cos 30°}=10A$

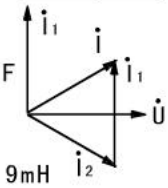
$\dot{I}=10\angle 30°$　$\dot{I}_1=j10$

$\dot{I}_2=10\angle -30°$ A

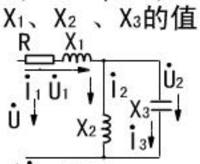
$X_C=\frac{U}{I_1}=10\Omega$　　$C=\frac{1}{X_C 2\pi f}=318\mu F$

$\frac{\dot{U}}{\dot{I}_2}=10\angle 30°=8.66+j5\Omega$

$R=8.66\Omega$　$X_L=5\Omega$　$L=\frac{X_L}{2\pi f}=15.9mH$



例12：　电路如图，已知$I_3=20A$，$I_2=30A$，$U_1=100\sqrt{2}$V，$U=220V$，电路的功率$P=1000W$。试求R、X_1、X_2、X_3的值。



解　$R=P/I_1^2=10\Omega$

$U_1^2=(I_1X_1)^2+(I_1R)^2$

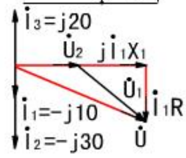
$X_1=\sqrt{U_1^2-(I_1R)^2}/I_1=10\Omega$

$[U_2+(I_1X_1)]^2+(I_1R)^2=U^2$

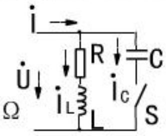
$U_2=96V$

$X_2=\frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_2}=\frac{96\angle 0°}{-j30}=j3.2\Omega$

$X_3=\frac{\dot{U}_2}{\dot{I}_3}=\frac{96\angle 0°}{j20}=-j4.8\Omega$



例13：电路如图，$U=220V$，$f=50Hz$，S断开时$\cos\varphi=0.5$，$P=2kW$，S合上后，$\cos\varphi'=0.866$(感性)，求R、L、C。



解　S断开时 $I_L=\frac{P}{U\cos\varphi}=18.2A$

设$\dot{U}=220\angle 0°$ V　$\dot{I}_L=18.2\angle -60°$ A

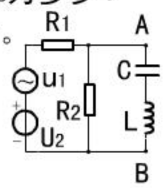
$Z_{RL}=\frac{\dot{U}}{\dot{I}_L}=12.08\angle 60°=6.04+j10.47\Omega$

$R=6.04$、$X_L=10.47\Omega$　$L=\frac{X_L}{2\pi f}=0.033H$

S合上后，$\cos\varphi'=0.866$　$\varphi'=30°$

$C=\frac{P}{2\pi fU^2}(tg\varphi-tg\varphi')=152\mu F$

例14：电路如图，$u_1=10\sqrt{2}\ \sin\omega t$ V，$R_1=R_2=50\Omega$，当LC对u_1频率产生谐振时，AB两端电压U_{AB}为多少？如果再串联一个电压源$U_2=10V$，此时U_{AB}为多少？



解　$X_{AB}=0$，AB两点相当于短路，$U_{AB}=0V$。

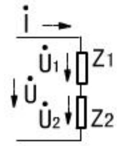
串联U_2后，由叠加原理可知：

u_1单独作用时，$U_{AB}'=0V$

U_2单独作用时，$U_{AB}''=5V$

$U_{AB}=U_{AB}'+U_{AB}''=5V$

例15：电路如图，$U=100V$，$I=1A$，$f=25Hz$，$P=100W$，$P_1=50W$，$Q_1=50Var$，求U_1、U_2和f_0。



解　$P_2=P-P_1=100-50=50W$

$r_1=r_2=\frac{P_1}{I_1^2}=50\Omega$　$X_1=\frac{Q_1}{I_1^2}=50\Omega$

$U_{r1}+U_{r2}=100=U$　电路发生串联谐振

$X_2=-X_1=-50\Omega$

$L=\frac{X_L}{2\pi f}=0.318H$　$C=\frac{1}{2\pi fX_C}=127\mu F$

$U_1=U_2=I\sqrt{(r_1^2+X_1^2)}=50\sqrt{2}$ V　$f_0=f=25Hz$

例16：已知电阻器R=200Ω与电容器C=10μF及L=500mH的电感线圈串联的实验电路。在电源电压U一定的条件下，调整其频率f，使f=71Hz时，电流I最大。此时测出U=10V，I=30.2mA，U_R=6.04V，U_C=3.96V，U_L=6.77V。试确定电感线圈上的电阻R_L（电容器视为理想元件）及电路谐振频率f_0。

解　$f_0=71Hz=1/(2\pi\sqrt{LC})$

$$R_L=\frac{U_0}{I_0}-R=\frac{10}{0.0302}-200=131\Omega$$

例17:已知电容器与电感线圈并联实验电路C=10μF，L=500mH及R_L=131Ω。测得数据如下。试计算三种情况下的电路的有功功率和功率因数。

C(μF)	f(Hz)	U(V)	I(mA)	I_L(mA)	I_C(mA)
未接	200	10	15	15	
1μF	200	10	4.8	15	13.9
10μF	200	10	113	15	128.2

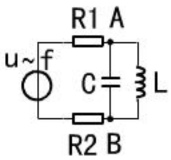
解　三种情况下电路的有功功率相同 $P=I^2R=0.295mW$

未接电容器时: $\cos\varphi=\frac{P}{S}=\frac{P}{UI}=\frac{0.295}{10\times15}=0.615$

C=1μF时: $\cos\varphi=\frac{P}{S}=\frac{P}{UI}=\frac{0.295}{10\times4.8}=0.615$

C=10μF时: $\cos\varphi=\frac{P}{S}=\frac{P}{UI}=\frac{0.295}{10\times113}=0.0261$

例18：电路如图所示，电源内阻和电感线圈的电阻均忽略不计。交流电源u的频率为f，现调节L或C使之谐振于f，这时AB两端电压u_{AB}等于多少？



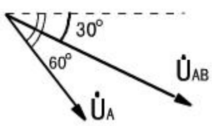
解　$u_{AB}=u$

第四章　三相电路

例1：当三相绕组联成星形时，设线电压$u_{AB}=380\sqrt{2}\sin(wt-30°)$V，试写出相电压$u_A$的三角函数式并画出相量图。

解 $u_A=380\sqrt{\frac{2}{3}}\sin(wt-30°-30°)V$

$=220\sqrt{2}\sin(wt-60°)V$

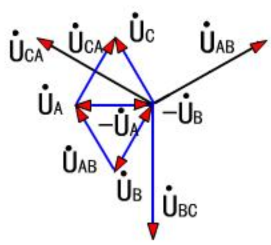


例2：有一台三相发电机，其绕组Y联接后测得：相电压$U_A=U_B=U_C=U_P$=220V，线电压$U_{AB}=U_{CA}$=220V，U_{BC}=380。试分析原因。

解　正常时的相量图

实际中，U_{BC}、U_B、U_C正常，U_A不正常。

上述分析可知：A相绕组的头、尾接反了。



例3：已知对称三相四线制的电源U_L=380V，负载为星形联接，每相负载的复阻抗为Z=19+j11Ω。求：各相负载的相电流。

解　方法一：由于是对称负载，可先不考虑相位关系求出电流有效值，再根据参考相量，确定各相电流。

$U_P=\frac{U_L}{\sqrt{3}}=220V$　$Z=22\angle30°\Omega$　$I_P=\frac{U_P}{|Z|}=10A$

设　$\dot{I}_a=10\angle0°$ A

$\dot{I}_b=10\angle-120°$ A　　$\dot{I}_c=10\angle120°$ A

$\dot{I}_o=\dot{I}_a+\dot{I}_b+\dot{I}_c=0A$

方法二：先设定参考相量，通过相量式计算。设$\dot{U}_a=220\angle0°$ V

$\dot{I}_a=\frac{\dot{U}_a}{Z}=\frac{220\angle0°}{22\angle30°}=10\angle-30°A$

$\dot{I}_b=\frac{\dot{U}_b}{Z}=\frac{220\angle-120°}{22\angle30°}=10\angle-150°A$

$\dot{I}_c=\frac{\dot{U}_c}{Z}=\frac{220\angle120°}{22\angle30°}=10\angle90°A$　　$\dot{I}_o=0$

例4：有一台三相异步电动机星形联接在线电压U_{AB}=380∠0°V的三相对称电源上，电动机每相绕组的电阻R=40Ω，感抗X_L=30Ω求每相饶组的电流、功率因数，并作相量图。

解　根据题意，有$\dot{U}_a=220\angle-30°$ V，

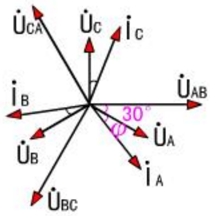
Z=40+j30=50∠36.87° Ω

$\dot{I}_a=\frac{\dot{U}_a}{Z}=4.4\angle-66.87°$ A

$\dot{I}_b=4.4\angle-186.87°$ A

$\dot{I}_c=4.4\angle53.13°$ A

$\cos\varphi=\frac{R}{|Z|}=\frac{40}{50}=0.8$



例2：如图所示，A相电灯全部关掉，B向电灯全部接通，C相只有一个灯泡接通。由于某种原因中线断开。计算这时加在B相负载和C相负载两端的电压是多少？设电源线电压是380V，每盏灯泡功率100W，额定电压是220V。

解　灯泡电阻　$R=\frac{U^2}{P}=\frac{220^2}{100^2}=484\Omega$

B相负载　$R_b=121\Omega$

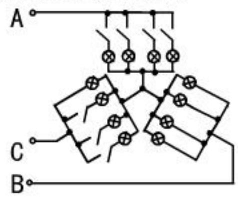
C相负载　$R_c=484\Omega$

因中线断开，BC为单回路，

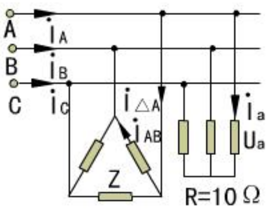
$I=U_L\div(R_b+R_c)=0.627A$

$U_b=IR_b=0.627\times121=76V$

$U_c=IR_c=0.627\times484=304V$



例6：图中线电压U_L=220V，频率f=50Hz。负载均对称，P_Z=4.84kW，$\cos\varphi_Z$=0.8，求各负载相电流和总线电流，并画相量图。



解

△负载：$U_{\triangle P}=U_{\triangle L}$=220V

$$I_{\triangle P}=\frac{P_z}{U_{\triangle P}\cos\varphi_z}=\frac{4.84\times10^3}{220\times0.8}=27.5A$$

φ_z=36.8°　　$I_{\triangle L}=\sqrt{3}\times27.5=47.63A$

Y负载：　$U_{YP}=U_{YL}\div\sqrt{3}$ =127V

$I_{YL}=I_{YP}=U_{YP}\div R=127\div10=12.7A$

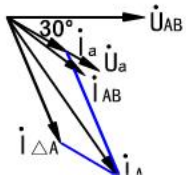
设 $\dot{U}_{AB}=220\angle0°$ V

$\dot{I}_{AB}=27.5\angle-36.8°$ A　　$\dot{I}_{\triangle A}=47.63\angle-66.8°$ A

$\dot{U}_a=127\angle-30°$ V　　$\dot{I}_a=12.7\angle-30°$ A

$\dot{I}_A=\dot{I}_{\triangle A}+\dot{I}_a=47.6\angle-66.8°+12.7\angle-30°$

$=58.28\angle-59.8°$ A



方法二：用相量式计算

设 $\dot{U}_{AB}=220\angle 0^\circ\ V$

△负载：$U_{\triangle P}=220V\quad \varphi_z=36.8^\circ$

$I_{\triangle P}=\dfrac{P_z}{U_{\triangle P}\cos\varphi_z}=27.5A$

$\dot{I}_{AB}=27.5\angle -36.8^\circ\ A$

$\dot{I}_{\triangle A}=\sqrt{3}\dot{I}_{AB}\angle -30^\circ\ =47.63\angle -66.8^\circ\ A$

Y负载：

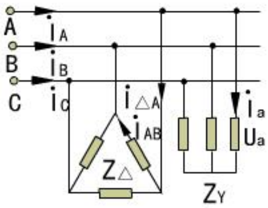
$\dot{U}_a=\dot{U}_{AB}\div\sqrt{3}\angle -30^\circ\ =127\angle -30^\circ\ V$

$\dot{I}_a=\dfrac{\dot{U}_a}{R}=\dfrac{127\angle -30^\circ}{10}=12.7\angle -30^\circ\ V$

$\dot{I}_A=\dot{I}_{\triangle A}+\dot{I}_a=47.63\angle -66.8^\circ\ +12.7\angle -30^\circ$

$=58.29\angle -59.2^\circ$

例7：图中线电压U_L=380V，频率f =50Hz。负载均对称，$Z_\triangle=-j76$、$Z_Y=10\sqrt{3}+j10\,\Omega$。求$I_a$、$I_{AB}$、$I_{\triangle A}$、和$I_A$，画出相量图。



解 方法一：用有效值计算

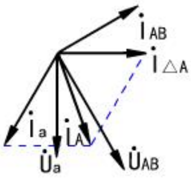
△负载：$U_{\triangle P}=U_{\triangle L}=380V$

$I_{\triangle P}=\dfrac{U_{\triangle P}}{|Z_\triangle|}=\dfrac{380}{76}=5A$

$I_{\triangle L}=\sqrt{3}\times 5=5\sqrt{3}\ A$

Y负载：$U_{YP}=220V$，$Z_Y=20\angle 30^\circ\,\Omega$

$I_{YL}=I_{YP}=\dfrac{U_{YP}}{|Z_Y|}=\dfrac{220}{20}=11A$



设 $\dot{I}_{\triangle A}=5\sqrt{3}\angle 0^\circ\ A$

$\dot{I}_{AB}=5\angle 30^\circ\ A\quad \dot{U}_{AB}=380\angle -60^\circ\ V$

$\dot{U}_a=220\angle -90^\circ\ V\quad \dot{I}_a=11\angle -120^\circ\ A$

$\dot{I}_A=\dot{I}_{\triangle A}+\dot{I}_a=5\sqrt{3}\angle 0^\circ\ +11\angle -120^\circ$

$=3.16-j5.5=10.04\angle -71.65^\circ\ A$

方法二：用相量式计算设 $\dot{U}_a=220\angle 0^\circ\ V$

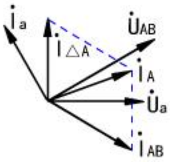
△：$\dot{U}_{AB}=380\angle 30^\circ\ V$

$\dot{I}_{AB}=\dfrac{\dot{U}_{AB}}{Z_\triangle}=5\angle 120^\circ\ A$

$\dot{I}_{\triangle A}=\sqrt{3}I_{AB}\angle -30^\circ\ =5\sqrt{3}\angle 90^\circ\ A$

Y：$\dot{I}_a=11\angle -30^\circ\ A$

$\dot{I}_A=\dot{I}_{\triangle A}+\dot{I}_a=5.5\sqrt{3}+j3.16=10.04\angle 18.35^\circ\ A$



例8：有一三相异步电动机，每相绕组的R=29Ω，X_l =21.8Ω。当Y形时，接到U_L=380V的三相电源上；当联成△形时，则接于U_L=220V的三相电源上。求这两种接法下电动机的I_P、I_L及电路的P、Q、S。

解

Y形联接	△联接
$U_p=380/\sqrt{3}=220V$	$U_p=220V$
$I_p=U_p/\lvert Z\rvert=\dfrac{220}{\sqrt{29^2+21.8^2}}=6.1A$	$I_p=U_p/\lvert Z\rvert=6.1A$
$I_L=I_p=6.1A$	$I_L=\sqrt{3}I_p=10.5A$
$P=3U_pI_p\cos\varphi=3.2kW$	$P=3U_pI_p\cos\varphi=3.2kW$
$Q=3U_pI_p\sin\varphi=2.4kvar$	$Q=3U_pI_p\sin\varphi=2.4kvar$
$S=3U_pI_p=4kVA$	$S=3U_pI_p=4kVA$

第五章 非正弦周期电流电路的分析