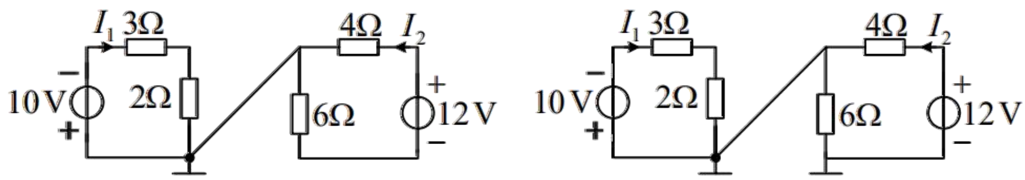
1. 电路如图所示，求两电路中的电流 I_1， I_2 。



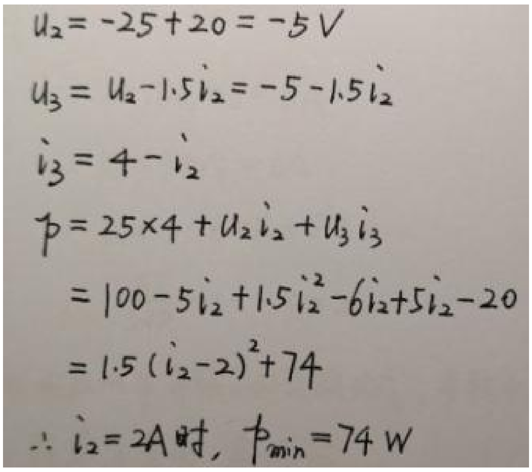
(a)　　　　　　　　　　　(b)

图(a)　I_1=-10/5 =-2A　　I_2=12/10 = 1.2A

图(b)　I_1=-10/5 =-2A　I_2=12/4=3A

注:①注意电咯中参考方向的设定；②图(b)中 6Ω 电阻被短路；③位意一个电路只能指定一个参考点,如果看到了两个，那么这两个参考点之间一定有导线，但这条导线通常省略不画。

2. 电路如图所示，求电路中元件 1、2、3 吸收总功率的最小值。



$u_2=-25+20=-5V$

$u_3=u_2-1.5i_2=-5-1.5i_2$

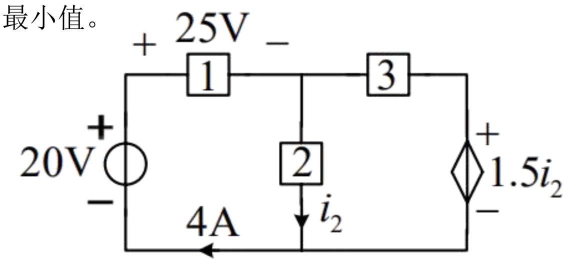
$i_3=4-i_2$

$p=25\times4+u_2i_2+u_3i_3$

$=100-5i_2+1.5i_2^2-6i_2+5i_2-20$

$=1.5(i_2-2)^2+74$

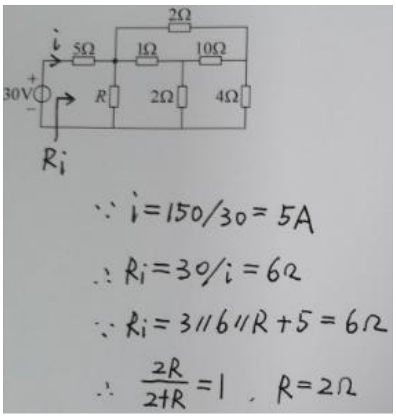
$\therefore i_2=2A$ 时, $p_{min}=74W$



注：u，i 为关联参考方向时，元件吸收的功率为 p=ui

　　u，i 为非关联参考方向时，元件吸收的功率为 p=-ui

3. 电路如图所示，电路中所有电阻消耗的总功率为 150W，求电阻 R。

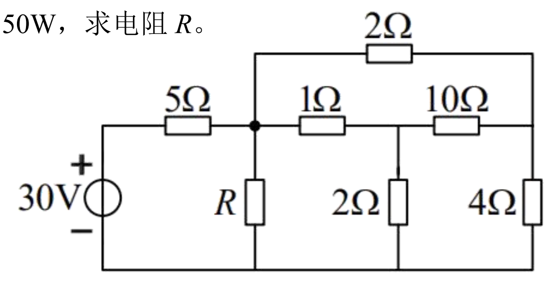


$\because i=150/30=5A$

$\therefore R_i=30/i=6\Omega$

$\because R_i=3/\!/6/\!/R+5=6\Omega$

$\therefore \frac{2R}{2+R}=1$, $R=2\Omega$

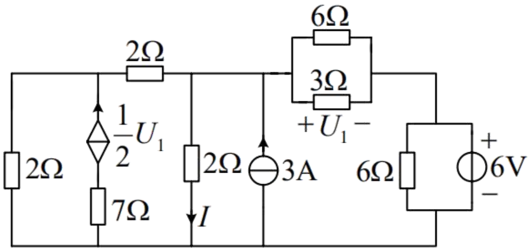


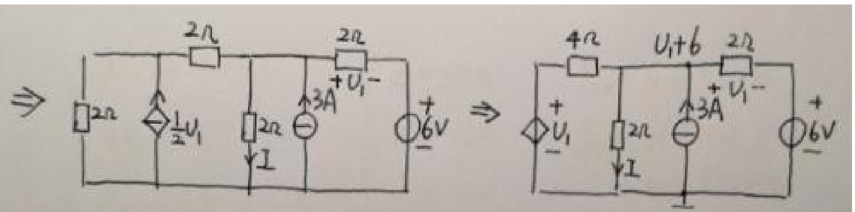
注：①电阻的串、并联等效变换公式、串联分压公式和并联分流公式简单且常用，要记住

　　②功率守恒，所有电阻消耗的功率即 30V 电压源发出的功率

　　③电路中存在平衡电桥

4. 电路如图所示，用等效变换法求电路中的电流I。



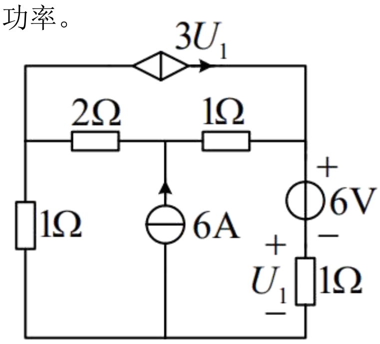


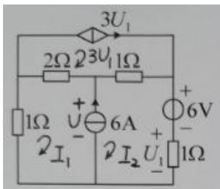
$$\frac{U_1+6-U_1}{4}+\frac{U_1+6}{2}+\frac{U_1}{2}=3$$

$$\therefore U_1=-1.5V \quad I=\frac{U_1+6}{2}=2.25A$$

注：①除电阻串并联，电源和电阻的串、并联等效变换还有10种，都很简单，理解了就全记住了。
②电路中有两种最基本电路：单回路电路和双节点电路。
单回路电路列KVL方程即可解决；
双节点电路列KCL方程即可解决。
③含受控源等效变换与独立源相似，但要注意不要使控制量消失。

5. 电路如图所示，用回路电流法求独立电压源和受控电源发出的功率。





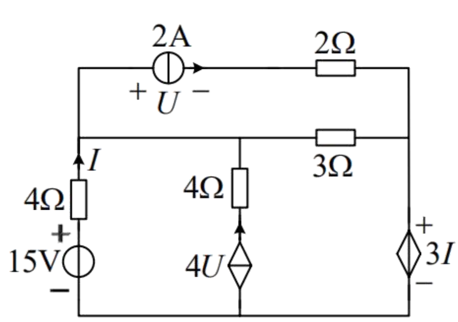
$$\begin{cases}3I_1-6U_1=-U\\2I_2-3U_1=U-6\\I_2-I_1=6\\U_1=1\times I_2\end{cases}\quad\therefore\begin{cases}I_1=-9A\\I_2=-3A\\U_1=-3V\\U=9V\end{cases}$$

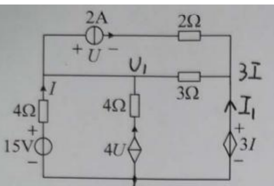
$$\therefore P_{6V}=-6I_2=18W$$

$$P_{3U_1}=(6+U_1+1\times I_1)\times 3U_1=54W$$

注：①列写回路(网孔)电流方程，电流源两端电压要作为未知量设出来列入方程中；
②此题选择网孔作为独立回路列方程，方程列写不易出错；
③存在其他独立回路的选择，联立方程数可减少至2个。

6. 电路如图所示，用节点电压法求各独立电源发出的功率。

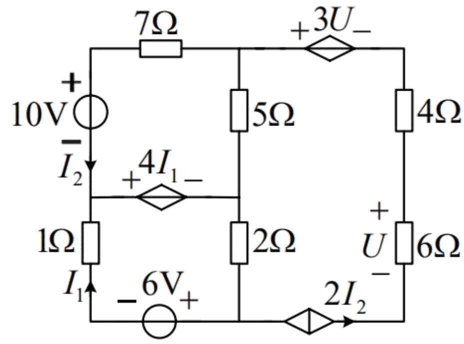


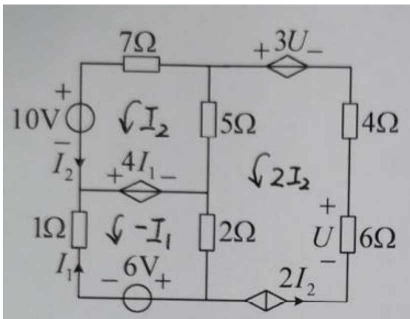


$$\begin{cases}\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{3}\right)U_1-\frac{1}{3}\times 3I=\frac{15}{4}-2+4U & ①\\-\frac{1}{3}U_1+\frac{1}{3}\times 3I=2+I_1 & ②\\I=\frac{15-U_1}{4} & ③\\U=U_1-3I-2\times 2 & ④\end{cases}\quad\therefore\begin{cases}U_1=9V\\I=1.5A\\U=0.5V\end{cases}$$

注：①与电流源串联的电阻不列入节点电压方程；
②本题方程②可不列，但如果列写，纯电压源支路的电流I_1要作为未知量列入方程中；
③列写方程③时要注意参考方向；
④此题方程全部列对不容易，错了好好总结一下。

7. 电路如图所示，用任意方法求电流 I_1,I_2,和电压 U。





$$\begin{cases} 12I_2-5\times2I_2=-10-4I_1 \\ -3I_1-2\times2I_2=6+4I_1 \end{cases}$$

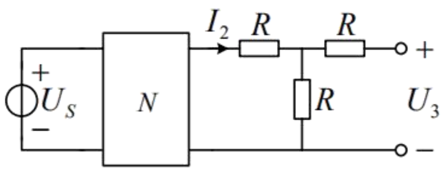
$\therefore I_1=-14A,\ I_2=23A$

$U=-6\times2I_2=-276V$

注：①对于电路结构和元件参数均为已知的电路，通常选择网孔（回路）法或节点法二者之一

②此题用网孔法较方便，右边网孔方程可不列

8. 电路如图所示，网络 N 为线性含源网络。当 $U_s = 1V$ 时，$I_2 = 2A$，开路电压 $U_3 = 4V$；当 $U_S = 2V$ 时，$I_2 = 6A$。求当 $U_S = 3V$ 时的 I_2 和开路电压 U_3。



由已知 $U_S=1V$ 时，$I_2=2A$，$U_3=4V$

$R=U_3/I_2=2\Omega$

设 $I_2=aU_s+b$

$$\begin{cases} a+b=2 \\ 2a+b=6 \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} a=4S \\ b=-2A \end{cases}$$

$\therefore I_2=4U_s-2$

当 $U_s=3V$ 时，$I_2=4\times3-2=10A$，$U_3=2I_2=20V$

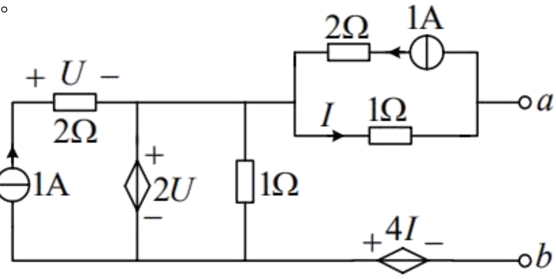
注：①若电路中独立源的参数在变化，优先考虑用叠加定理分析；

②由叠加定理，线性电路中的任一响应均可写成激励的线性组合；

③ a、b是有单位的.

④若电路中电阻的参数在变化，优先考虑用代文宁定理分析

9. 电路如图所示，求电路的戴维南等效电路。



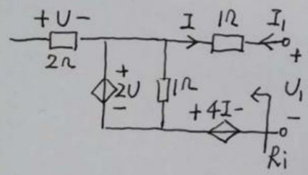
1. 求 U_{oc}

$\because I=1A$. $U=2\times1=2V$

$\therefore U_{oc}=-1\times I+2U+4I=7V$

2. 求 R_i

①外加电源法

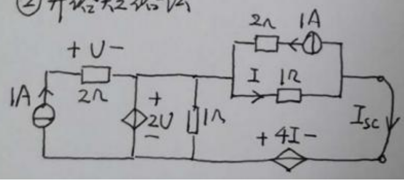


$\because U=0$

$\therefore U_1=-1\times I+4I=3I=-3I_1$

$\therefore R_i=U_1/I_1=-3\Omega$

②开路短路法



$\because 1\times I-4I=2U=2\times2\times1$

$\therefore I=-\frac{4}{3}A$

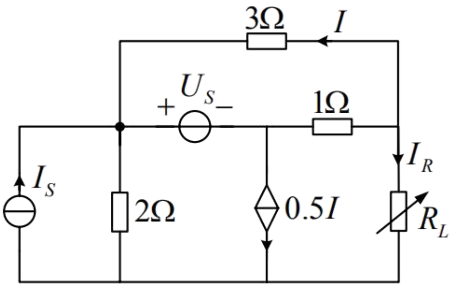
$\therefore I_{sc}=I-1=-\frac{7}{3}A$. $R_i=\frac{U_{oc}}{I_{sc}}=-3\Omega$

注：①网孔(回路)法、节点法、代文宁定理是电路理论中最常用的三种分析方法，没有之一.

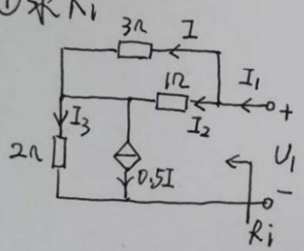
②当电路中含有受控源时，代文宁等效电阻有两种常用的求法：外加电源法和开路短路法，都要掌握.

③代文宁等效电阻有可能是负值.

10. 电路如图所示，已知当电阻 R_L=7.5 Ω 时，I_R=1A，求当电阻 R_L=10 Ω 时，电流 I_R 为多少?



①求 R_i



$\because I_2=3I/1=3I$ $\therefore I_1=I+I_2=4I$

$\therefore I_3=I_1-0.5I=3.5I$

$\therefore U_1=3I+2I_3=10I=2.5I_1$

$\therefore R_i=U_1/I_1=2.5\Omega$

② 当 $R_L=7.5\Omega$ 时.

$U_{oc}=(R_i+R_L)I_R=(2.5+7.5)\times1=10V$

当 $R_L=10\Omega$ 时

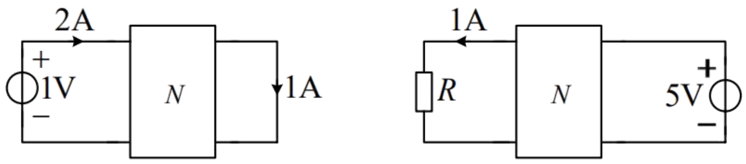
$I_R=\frac{U_{oc}}{R_i+R_L}=\frac{10}{2.5+10}=0.8A$

注：①电路中电阻参数在变，优先考虑代文宁定理；

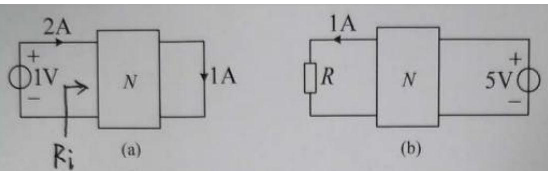
②由于此题中独立源参数未知，先求代文宁等效电阻，再通过已知条件求开路电压.

③此题采用了观察法求 R_i，如果感觉难以掌握，可选择回路法或节点法求 R_i，更有规律.

11. 电路如图所示，网络 N 为线性电阻网络。分别用特勒根定理和互易定理求电阻 R。



(a) (b)



(1) 特勒根定理

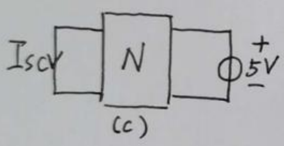
$1\times1 = R\times1\times(-2)+5\times1$ $\therefore R=2$

注：①特勒根定理和互易定理虽不常用，但属于考试范围。

②用互易定理分析电路注意参考方向；

③要注意互易定理和齐性定理、等效电源定理的结合使用。

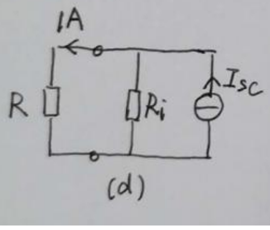
(2) 互易定理



由互易定理形式一，

图(c)中，$I_{sc}=5A$

由已知，图(a)中，$R_i=1/2=0.5\Omega$

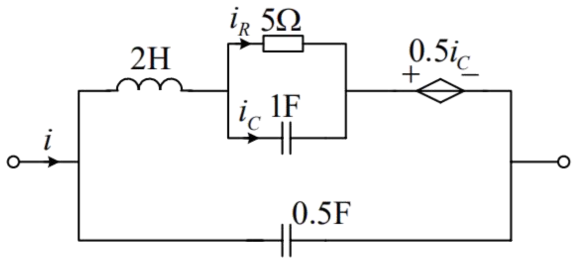


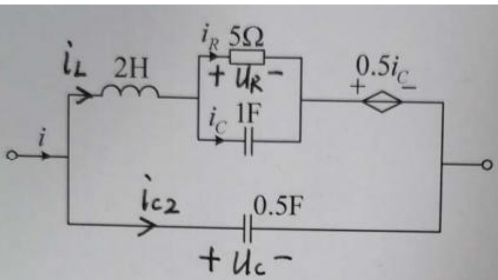
由诺顿定理，图(b)可等效为图(d)

$$\frac{R_i}{R+R_i}\times I_{sc}=\frac{0.5}{R+0.5}\times 5 = 1A$$

$\therefore R=2\Omega$

12. 电路如图所示，已知 $i_R = e^{-0.5t}$ A，求电流 i。





$\because u_R=5i_R=5e^{-0.5t}V$ $\quad i_C=1\times\frac{du_R}{dt}=-2.5e^{-0.5t}A$

$\therefore i_L=i_R+i_C=-1.5e^{-0.5t}A$

$\therefore u_C=2\times\frac{di_L}{dt}+u_R+0.5i_C=5.25e^{-0.5t}V$

$i_{C2}=0.5\frac{du_C}{dt}\approx-1.3e^{-0.5t}A$

$\therefore i=i_L+i_{C2}=-2.8e^{-0.5t}A$

注：①电容电感的伏安特性要熟记。

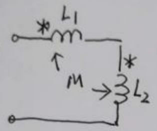
②部分电路分析，直接用两类约束求解。

13. 已知耦合电感的 $L_1=20mH$，$L_2=5mH$，耦合系数 $k=0.5$，求耦合电感串联和并联时的等效电感。

$M=k\sqrt{L_1L_2}=5mH$

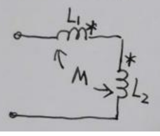
1.串联

①正串：



$L_{eq}=L_1+L_2+2M=35mH$

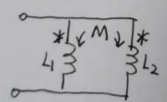
②反串：



$L_{eq}=L_1+L_2-2M=15mH$

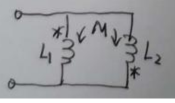
2.并联

①同名端相连



$L_{eq}=\frac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2-2M}=5mH$

②异名端相连

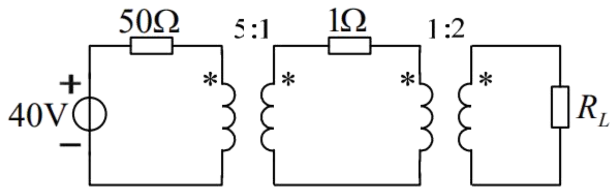


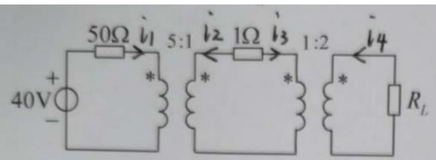
$L_{eq}=\frac{L_1L_2-M^2}{L_1+L_2+2M}=\frac{15}{7}mH$

注：①耦合电感的串联、并联和T形连接等效变换要掌握。

②耦合电感的耦合系数和储能会计算。

14. 电路如图所示，已知 $R_L=4\,\Omega$，求（1）电压源提供的功率；（2）电阻 R_L 吸收的功率。





$i_1=\frac{40}{50+(0.5^2R_L+1)\times5^2}=0.4A$

$\therefore P_{40V}=40i_1=16W$

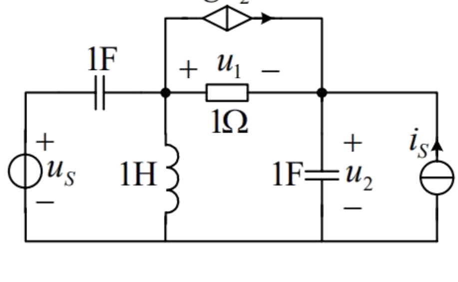
$\because i_2=-5i_1=-2A,\ i_3=-i_2=2A,\ i_4=-0.5i_3=-1A$

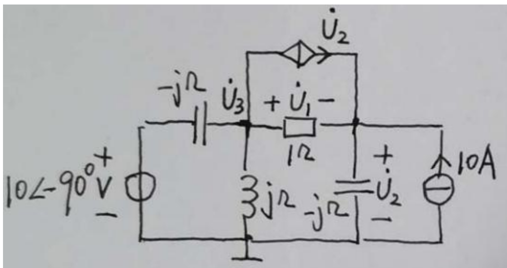
$\therefore P_{R_L}=R_L\times i_4^2=4W$

注：①理想变压器的电阻变换公式要记住，很有用。

②分析理想变压器电路时要注意电路给出的参数是 n:1 还是 1:n。

15. 电路如图所示，已知 $u_S(t)=10\sqrt{2}\sin t$ V，$i_S(t)=10\sqrt{2}\cos t$ A，$g=1$ S 求电压 u_1。





注：相量分析法步骤：

①画出电路的相量模型；

②按线性直流电路的分析方法（回路法、节点法，电路定理等）分析计算相量模型；

③将求出的电压、电流相量变换为正弦表达式。

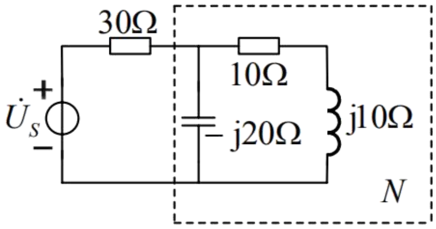
$$\begin{cases}\left(1+\frac{1}{j}+\frac{1}{-j}\right)\dot{U}_3-\dot{U}_2=\frac{-j10}{-j}-\dot{U}_2\\ -\dot{U}_3+\left(1+\frac{1}{-j}\right)\dot{U}_2=10+\dot{U}_2\end{cases}$$

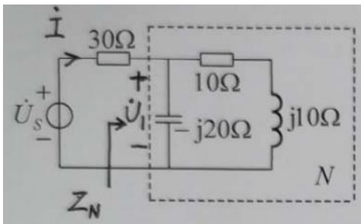
$\therefore \dot{U}_3=10\text{V},\ \dot{U}_2=-j20\text{V}$

$\dot{U}_1=\dot{U}_3-\dot{U}_2=(10+j20)\text{V}=10\sqrt{5}\angle 63.4^\circ\text{V}$

$\therefore u_1=10\sqrt{10}\cos(t+63.4^\circ)\text{V}$

16. 电路如图所示，已知$\dot{U}_S=50\angle0^\circ$ V，求网络N的平均功率、无功功率、视在功率和功率因数。





$Z_N=(10+j10)\,//\,(-j20)=20\Omega$

$\dot{I}=\frac{\dot{U}_S}{30+Z_N}=1\text{A},\quad \dot{U}_1=Z_N\cdot\dot{I}=20\text{V}$

$\therefore \tilde{S}=\dot{U}_1\overset{*}{I}=20\text{VA}$

$\therefore P=R_e[\tilde{S}]=20\text{W},\quad Q=I_m[\tilde{S}]=0\ \text{var}$

$S=|\tilde{S}|=20\text{VA},\quad \varphi=\arg\tilde{S}=0^\circ\quad \lambda=\cos\varphi=1$

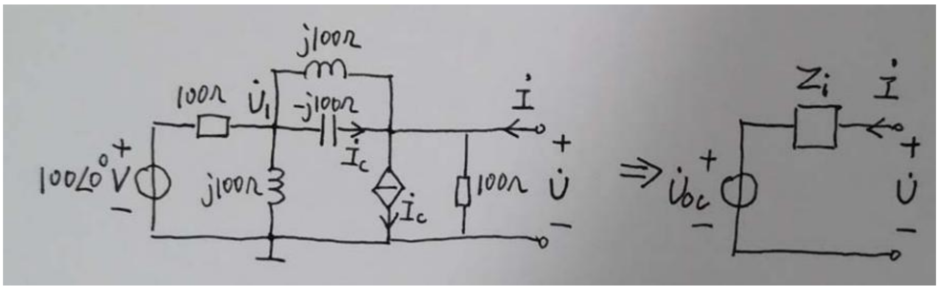
注：①正弦电流电路功率中的概念和公式较多，需要理解和记忆。

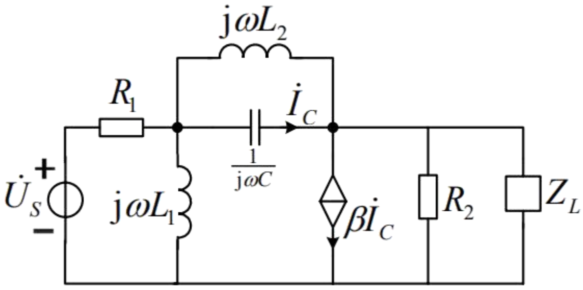
②通过复功率有时可以简化正弦电流电路功率的分析。

③注意功率的单位。

17. 电路如图所示，已知$\dot{U}_S = 100\angle 0^\circ$ V，$\omega = 100\text{rad/s}$，$\beta = 1$，$R_1 = R_2 = 100\Omega$，

$L_1 = L_2 = 1$H，$C = 100\mu F$。问负载阻抗Z_L为多少时可获得最大功率？并求出此最大功率。





$$\dot U_1 = \frac{j100}{100+j100}\times 100\angle 0^\circ = 50(1+j)V$$

$$\dot I = \dot I_C + \frac{\dot U}{100} = \frac{\dot U_1 - \dot U}{-j100} + \frac{\dot U}{100}$$

∴ $\dot U = 50 + 50(1+j)\dot I$

∴ $\dot U_{oc} = 50\angle 0^\circ V$, $Z_i = 50(1+j)\Omega$

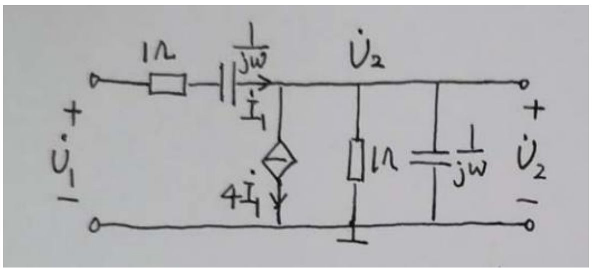
∴ $Z_L = \overset{*}{Z_i} = 50(1-j)\Omega$ 时, $P_{max} = 50^2/4\times 50 = 12.5W$

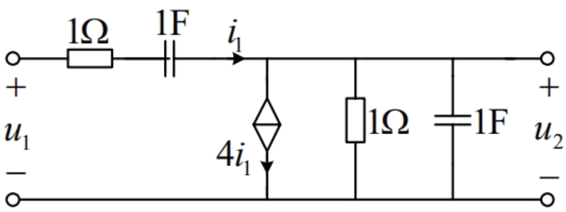
注：①最大功率传输定理通常和代文宁定理结合使用；

②用端口特性法可同时求出代文宁等效电路的两个参数；

③注意电路中元件参数的取值，利用得当有时可简化电路的分析和计算。

18. 电路如图所示，求电路的网络函数$H(j\omega) = \dot{U}_2 / \dot{U}_1$。





$$\begin{cases} \left(1+j\omega+\dfrac{1}{1+\frac{1}{j\omega}}\right)\dot U_2 = \dfrac{\dot U_1}{1+\frac{1}{j\omega}} - 4\dot I_1 & ① \\ \dot I_1 = \dfrac{\dot U_1 - \dot U_2}{1+\frac{1}{j\omega}} & ② \end{cases}$$

由② $\dot I_1 = \dfrac{j\omega(\dot U_1 - \dot U_2)}{1+j\omega}$ 代入①

$$\left(1+j\omega+\frac{j\omega}{1+j\omega}\right)\dot U_2 = \frac{j\omega\dot U_1}{1+j\omega} - \frac{j4\omega(\dot U_1-\dot U_2)}{1+j\omega}$$

$$(1-\omega^2+j2\omega+j\omega)\dot U_2 - j4\omega\dot U_2 = -j3\omega\dot U_1$$

$$\therefore H(j\omega) = \frac{\dot U_2}{\dot U_1} = \frac{-j3\omega}{1-\omega^2-j\omega}$$

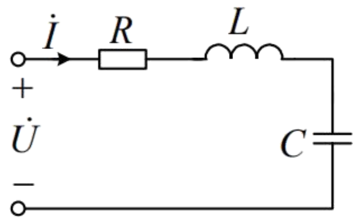
注：①通过网络函数可研究网络的性质，后续专业课中很常用

②$H(j\omega)$通常通过相量模型求出。

③此题给出了解方程的详细过程，复数方程并不难解。

④通过$H(j\omega)$还可求正弦稳态响应。

19. 电路如图所示，*RLC* 串联电路的端口电压有效值 U=1V，当调节电源频率为 100kHz 时，电路发生谐振，回路电流为 100mA；当电源频率改变到 99kHz 时，回路电流为 $50\sqrt{2}$mA 。求（1）品质因数 Q；（2）电路元件 R，L，C 的值。



(1) 由已知 谐振角频率 $\omega_0 = 2\pi\times100\times10^3$ rad/s

截止角频率 $\omega_c = 2\pi\times99\times10^3$ rad/s

$\because Q^2\left(\frac{\omega_c}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega_c}\right)^2=1$. $Q=50$

(2) $R = U/100\text{mA} = 10\Omega$

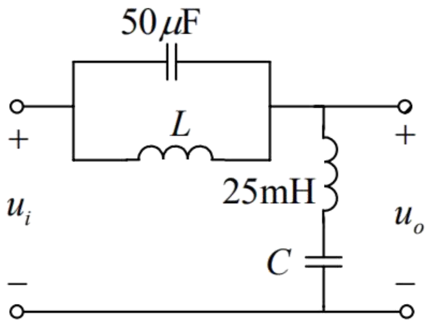
$\because Q=\frac{\omega_0 L}{R}$ $\therefore L=\frac{QR}{\omega_0}=\frac{50\times10}{2\pi\times10^5}\approx 0.8\text{mH}$

$\because Q=\frac{1}{R\cdot\omega_0 C}$ $\therefore C=\frac{1}{Q\cdot R\cdot\omega_0}=\frac{1}{50\times10\times2\pi\times10^5}\approx 3.2\text{nF}$

注：①本章的公式较多，要记

②先求R、L、C，再求Q也可以，但计算量较大。

20. 电路如图,输入电压 u_i =(10cos200t +10cos400t + 10cos800t)V,若要使输出电压 u_0 中仅包含角频率为 200rad/s 的分量，问 L，C 应取何值?



(1) 400rad/s时串联谐振，800rad/s时并联谐振

$C=\frac{1}{\omega_{01}^2 L_1}=\frac{1}{400^2\times25\times10^{-3}}=250\mu\text{F}$

$L=\frac{1}{\omega_{02}^2 C_1}=\frac{1}{800^2\times50\times10^{-6}}=31.25\text{mH}$

(2) 400rad/s时并联谐振，800rad/s时串联谐振

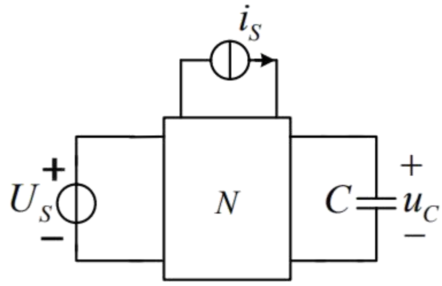
$L=\frac{1}{\omega_{01}^2 C_1}=\frac{1}{400^2\times50\times10^{-6}}=0.125\text{H}$

$C=\frac{1}{\omega_{02}^2 L_1}=\frac{1}{800^2\times25\times10^{-3}}=62.5\mu\text{F}$

注：①串、并联谐振的定义及概念要理解。

②与谐振相关的公式要记。

21. 如图所示，网络 N 内仅含线性电阻元件，U_S 为直流电压源，i_S 为正弦电流源，在两电源及初始状态共同作用下，电容电压全响应为 $u_C(t)=[100-60e^{-0.1t}+40\sqrt{2}\sin(t+45°)]$ V。求：（1）零输入响应 $u_C(t)$；(2) $i_S=0$ 时的全响应 $u_C(t)$；(3）$U_S=0$ 时的全响应 $u_C(t)$。



(1) $u_C(0_+)=100-60+40=80V$

∴ $u_C=80e^{-0.1t}$ V, $t\geq0$

(2) $i_S=0$时，$u_C(\infty)=100V$

∴ $u_C=100-20e^{-0.1t}$ V, $t\geq0$

(3) $U_S=0$时，$u_{Cp}=40\sqrt{2}\sin(t+45°)$ V

∴ $u_C=u_{Cp}+[u_C(0_+)-u_{Cp}(0_+)]e^{-t/\tau}$

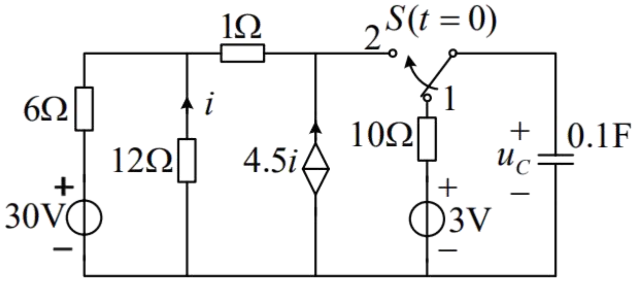
$=40\sqrt{2}\sin(t+45°)+40e^{-0.1t}$ V, $t\geq0$

注：①全响应＝零输入响应＋零状态响应

②全响应＝强制分量＋自由分量

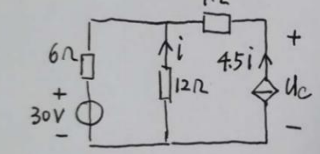
③以上概念需要理解，分析电路时能区分出各个分量

22. 电路如图所示，开关动作前电路已处于稳态，$t=0$ 时开关 S 从位置 1 合至位置 2，求换路后电压 $u_C(t)$。



(1) $u_C(0_+)$　　$u_C(0_+)=u_C(0_-)=3V$

(2) $u_C(\infty)$

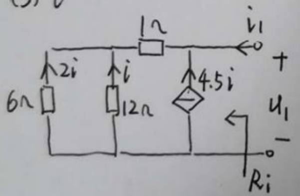


$12i(\infty)+6\times5.5i(\infty)+30=0$

$i(\infty)=-\frac{2}{3}$A

∴ $u_C(\infty)=1\times4.5i(\infty)-12\times i(\infty)=5V$

(3) τ



∵ $2i+i+4.5i+i_1=0$

∴ $i=-\frac{2}{15}i_1$

∴ $u_1=1\times(i_1+4.5i)-12i=2i_1$

∴ $R_i=u_1/i_1=2\Omega$，$\tau=R_iC=0.2s$

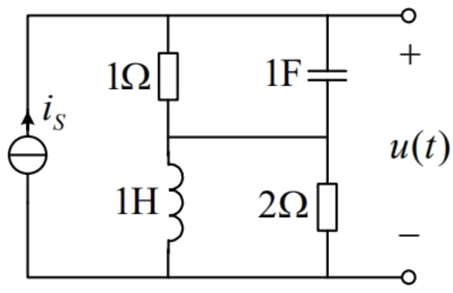
∴ $u_C(t)=u_C(\infty)+[u_C(0_+)-u_C(\infty)]e^{-t/\tau}=5-2e^{-5t}$(V), $t\geq0$

注：①本章重点是求解一阶电路暂态过程的三要素公式。

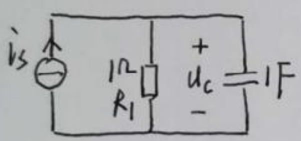
②熟练掌握初始值、稳态值和时间常数的求解。

③通常选择电容电压或电感电流为未知量分析电路。

23. 电路如图所示，已知 $i_S(t)=\delta(t)$ A，求单位冲激响应 $u(t)$。



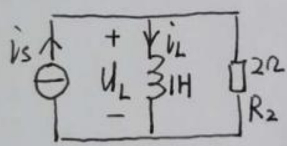
设 $i_S(t)=\varepsilon(t)\,A$



$u_C(0+)=u_C(0-)=0$

$u_C(\infty)=1V$, $\tau_C=R_1C=1S$

$u_C(t)=(1-e^{-t})\varepsilon(t)\,V$



$i_L(0+)=i_L(0-)=0$

$i_L(\infty)=1A$. $\tau_L=L/R_2=0.5S$

$i_L(t)=(1-e^{-2t})\varepsilon(t)\,A$

$u_L(t)=L\dfrac{di_L}{dt}=2e^{-2t}\varepsilon(t)\,V$

$\therefore u(t)=u_C(t)+u_L(t)=(1-e^{-t}+2e^{-2t})\varepsilon(t)\,V$

当 $i_S(t)=\delta(t)\,A$ 时：$u(t)=(1-e^{-t}+2e^{-2t})\delta(t)+(e^{-t}-4e^{-2t})\varepsilon(t)$

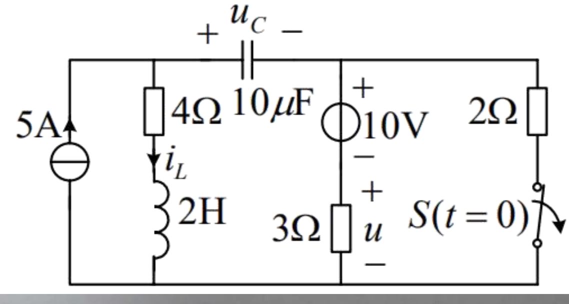
$=2\delta(t)+(e^{-t}-4e^{-2t})\varepsilon(t)\,V$

注：①在时域中求冲激响应有两种方法：(1)通过阶跃响应求；

(2)先求储能元件的初始值，再求零输入响应。

②本题可看成两个一阶电路分析

24. 电路如图所示，开关动作前电路已处于稳态，$t=0$ 时开关断开，求初始值 $i_L(0+)$，$u_L(0+)$，$u(0+)$，$\dfrac{di_L}{dt}\Big|_{t=0+}$ 和 $\dfrac{du_C}{dt}\Big|_{t=0+}$。



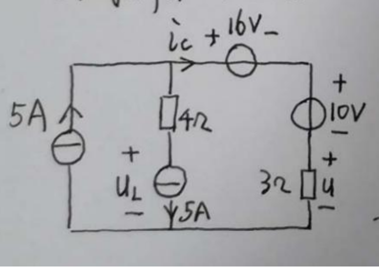
(1) $t=0-$ 时

$i_L(0-)=5A$，$u(0-)=-\dfrac{3}{2+3}\times10=-6V$

$u_C(0-)=4i_L(0-)-u(0-)-10=4\times5+6-10=16V$

$\therefore i_L(0+)=i_L(0-)=5A$. $u_C(0+)=u_C(0-)=16V$

(2) 0+ 时刻等效电路



$i_C(0+)=5-5=0$，$u(0+)=3i_C(0+)=0$

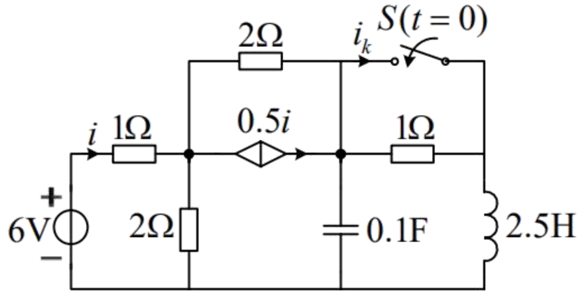
$u_L(0+)=-4\times5+16+10+u(0+)=6V$

$\therefore \dfrac{di_L}{dt}\Big|_{0+}=\dfrac{u_L(0+)}{L}=3A/s$. $\dfrac{du_C}{dt}\Big|_{0+}=\dfrac{i_C(0+)}{C}=0$

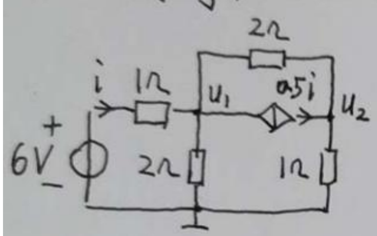
注：①二阶或多阶电路的暂态过程一般用复频域分析法求解更方便。

②二阶电路的初始值求解要掌握。

25. 电路如图所示，开关动作前电路已处于稳态，$t=0$ 时开关闭合，求换路后流过开关的电流 $i_k(t)$。



(1) 0-时刻等效电路

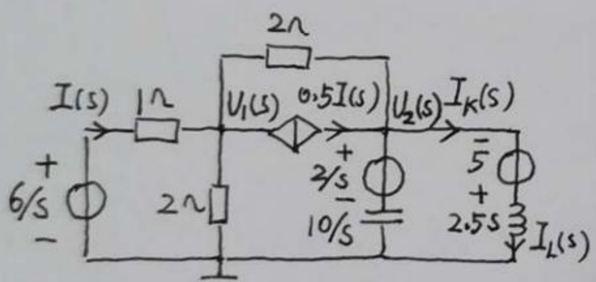


$$\begin{cases} 2u_1(0-)-0.5u_2(0-)=6-0.5i(0-) \\ -0.5u_1(0-)+1.5u_2(0-)=0.5i(0-) \\ i(0-)=6-u_1(0-) \end{cases}$$

$\therefore u_2(0-)=2V$

$\therefore u_C(0-)=u_2(0-)=2V,\ i_L(0-)=u_C(0-)/1=2A$

(2) $t>0$



$$\begin{cases} (1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2})U_1(s)-\frac{1}{2}U_2(s)=\frac{6}{s}-0.5I(s) \\ -\frac{1}{2}U_1(s)+(\frac{1}{2}+\frac{s}{10}+\frac{1}{2.5s})U_2(s)=\frac{2/s}{10/s}-\frac{5}{2.5s}+0.5I(s) \\ I(s)=\frac{6}{s}-U_1(s) \end{cases}$$

$$\therefore U_2(s)=\frac{2s+10}{(s+1)(s+4)}$$

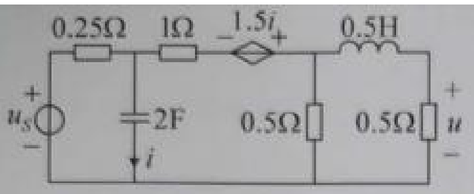
$$\therefore I_K(s)=\frac{5+U_2(s)}{2.5s}=\frac{2s^2+10.8s+12}{s(s+1)(s+4)}=\frac{3}{s}+\frac{-16/15}{s+1}+\frac{1/15}{s+4}$$

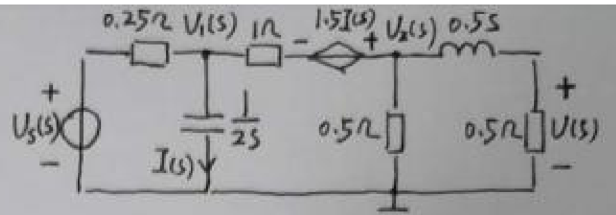
$$\therefore i_K(t)=(3-\frac{16}{15}e^{-t}+\frac{1}{15}e^{-4t})\varepsilon(t)A$$

注：①复频域分析法步骤：首先画出电路的复频域电路模型；然后按线性直流电路的分析方法（回路法、节点法、电路定理等）分析计标复频域模型；最后用部分分式展开法将求出的电压、电流象函数变换为时域表达式。

②思考：若求电感电流 i_L，结果与 i_K 完全一样吗？

26. 电路如图所示，（1）求电路的网络函数 $H(s)=U(s)/U_s(s)$；（2）若 $u_S(t)=e^{-3t}\varepsilon(t)$ V ,求零状态响应 $u(t)$；（3）若 $u_s(t)=\cos 2t$V，求正弦稳态响应 $u(t)$。





(1)
$$\begin{cases}(5+2s)U_1(s)-U_2(s)=4U_s(s)-1.5I(s)\\ -U_1(s)+\left(3+\dfrac{1}{0.5+0.5s}\right)U_2(s)=1.5I(s)\\ I(s)=2sU_1(s)\end{cases}$$

$$\therefore U_2(s)=\frac{3s+1}{3(s+2)}U_s(s),\quad U(s)=\frac{0.5}{0.5+0.5s}U_2(s)=\frac{3s+1}{3(s+1)(s+2)}U_s(s)$$

$$\therefore H(s)=\frac{3s+1}{3(s+1)(s+2)}$$

(2) 若 $u_s(t)=e^{-3t}\varepsilon(t)$ V

$$U(s)=H(s)U_s(s)=\frac{s+1/3}{(s+1)(s+2)(s+3)}=\frac{-1/3}{s+1}+\frac{5/3}{s+2}+\frac{-4/3}{s+3}$$

$$\therefore u(t)=\left(-\frac{1}{3}e^{-t}+\frac{5}{3}e^{-2t}-\frac{4}{3}e^{-3t}\right)\varepsilon(t)\text{ V}$$

(3) 若 $u_s(t)=\cos 2t$ V

$$H(j\omega)=H(s)\Big|_{s=j\omega}=\frac{1+j3\omega}{3(1+j\omega)(2+j\omega)}=\frac{1+j3\omega}{3(2-\omega^2+j3\omega)}$$

$$\dot{U}_m=H(j\omega)\Big|_{\omega=2}\times\dot{U}_{ms}=\frac{1+j6}{3(-2+j6)}\times1\angle0^\circ=0.32\angle-27.9^\circ\text{ V}$$

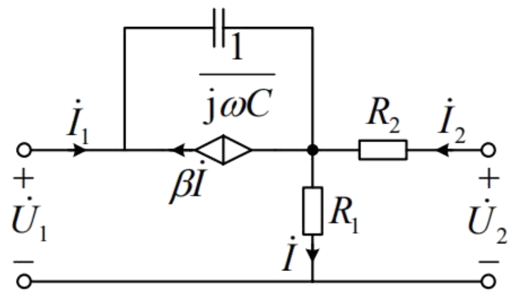
$$\therefore u(t)=0.32\cos(2t-27.9^\circ)\text{ V}$$

注：①通过复频域网络函数可研究网络的性质，后续课程中很常用。

②复频域网络函数通常通过复频域电路模型求。

③掌握用复频域网络函数求任意激励零状态响应的方法。

27. 电路如图所示，求二端口网络的 Z 参数。



Z参数方程：

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$

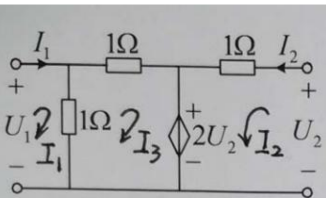
$$\begin{cases} \dot{U}_1 = \dfrac{1}{jwC}(\dot{I}_1 + \beta\dot{I}) + R_1\dot{I} \\ \dot{U}_2 = R_2\dot{I}_2 + R_1\dot{I} \\ \dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 \end{cases}$$

注：①二端口网络的Y、Z、A、H四种参数都要掌握；
②求二端口网络参数的方法有两种：直接列电路方程求或通过实验测定的方法求.

$$\therefore \begin{cases} \dot{U}_1 = (R_1 + \dfrac{1+\beta}{jwC})\dot{I}_1 + (R_1 + \dfrac{\beta}{jwC})\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = R_1\dot{I}_1 + (R_1 + R_2)\dot{I}_2 \end{cases}$$

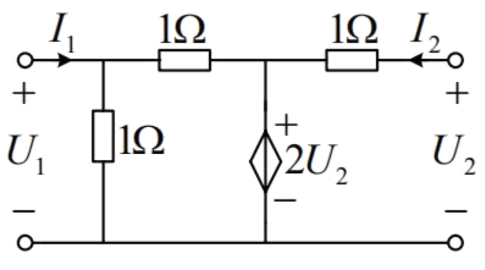
$$\therefore Z = \begin{bmatrix} R_1 + \dfrac{1+\beta}{jwC} & R_1 + \dfrac{\beta}{jwC} \\ R_1 & R_1 + R_2 \end{bmatrix}$$

28. 电路如图所示，求二端口网络的 H 参数。



H参数方程：

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = H_{11}\dot{I}_1 + H_{12}\dot{U}_2 \\ \dot{I}_2 = H_{21}\dot{I}_1 + H_{22}\dot{U}_2 \end{cases}$$

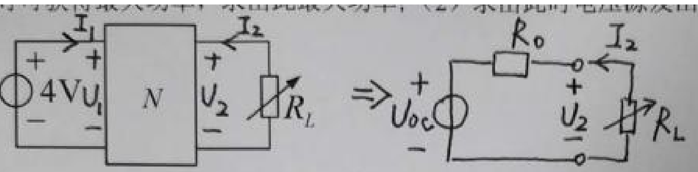


$$\begin{cases} 1\times I_1 - 1\times I_3 = U_1 \\ -I_1 + 2I_3 = -2U_2 \\ 1\times I_2 = U_2 - 2U_2 \end{cases} \quad \therefore \begin{cases} U_1 = 0.5I_1 + U_2 \\ I_2 = -U_2 \end{cases}$$

$$\therefore H = \begin{bmatrix} 0.5\Omega & 1 \\ 0 & -1S \end{bmatrix}$$

注：①求Y参数通常用节点法较方便；
求Z参数通常用回路法较方便.
②求A参数或H参数用节点法或回路法均可以，根据具体电路选择合适的方法.

29. 电路如图，已知二端口网络 N 的导纳参数 $Y=\begin{bmatrix} 1 & -0.25 \\ -0.25 & 0.5 \end{bmatrix}$S。（1）负载电阻 R_L 为何值时可获得最大功率，求出此最大功率；（2）求出此时电压源发出的功率。



Y参数方程：$\begin{cases} I_1 = U_1 - 0.25U_2 \\ I_2 = -0.25U_1 + 0.5U_2 \end{cases}$

(1) 先求 R_L 左侧电路的代文宁等效电路

$U_{oc} = U_2 \big|_{I_2=0} = 0.5U_1 = 0.5\times 4 = 2V$

$R_0 = \dfrac{U_2}{I_2}\Big|_{U_1=0} = 2\Omega$

$\therefore R_L = 2\Omega$ 时，$P_{max} = \dfrac{U_{oc}^2}{4R_L} = 0.5W$

(2) $R_L = 2\Omega$ 时，$U_2 = \frac{1}{2}U_{oc} = 1V$

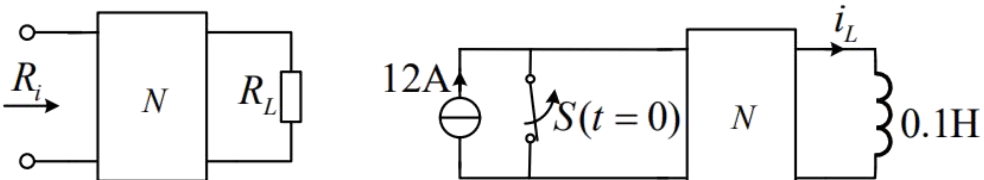
$I_1 = U_1 - 0.25U_2 = 4 - 0.25\times 1 = 3.75A$

$P_{4V} = 4I_1 = 15W$

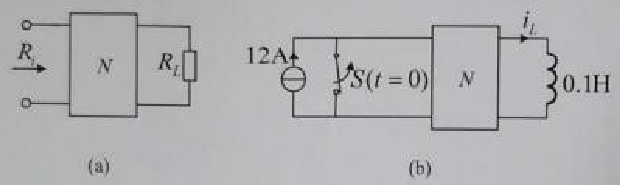
注：① 接有电源和负载的二端口网络的分析，从四个方程入手：二端口网络方程(2个)、电源支路方程和负载支路方程；

② 最大功率传输问题通常和代文宁定理结合.

30. 电路如图所示，图（a）电路中网络 N 为线性无源电阻二端口网络。已知输入电阻 $R_i=(10-\dfrac{100}{R_L+12})\Omega$，$R_L$ 为任意电阻。（1）求二端口网络的 A 参数；（2）若将此二端口网络接成图(b)电路，已知 $i_L(0\text{-})=0$，$t=0$ 时打开开关 S，求换路后电流 $i_L(t)$ 的变化规律。



(a) (b)



A参数方程：
$$\begin{cases} \dot{U}_1 = A_{11}\dot{U}_2 - A_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 = A_{21}\dot{U}_2 - A_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$

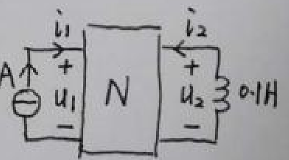
(1) $R_i = \dfrac{A_{11}R_L + A_{12}}{A_{21}R_L + A_{22}} = \dfrac{10R_L+20}{R_L+12}$

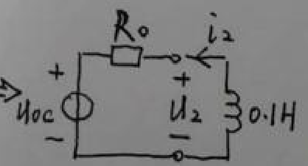
设 $A_{11}=10k$, $A_{12}=20k$, $A_{21}=k$, $A_{22}=12k$

互易网络满足 $A_{11}A_{22}-A_{12}A_{21}=1$

$\therefore 120k^2-20k^2=1 \quad \therefore k=0.1 \quad \therefore A=\begin{bmatrix} 1 & 2\Omega \\ 0.1S & 1.2 \end{bmatrix}$

(2) $t>0$

图(b) ⇒ 

⇒ 

$u_{oc} = u_2\Big|_{i_2=0} = \dfrac{i_1}{A_{21}} = \dfrac{12}{0.1} = 120V$

$R_0 = \dfrac{u_2}{i_2}\Big|_{i_1=0} = \dfrac{A_{22}}{A_{21}} = \dfrac{1.2}{0.1} = 12\Omega$

$\therefore i_L(0+)=i_L(0-)=0$, $i_L(\infty)=u_{oc}/R_0=10A$. $\tau=L/R_0=\frac{1}{120}s$

$\therefore i_L(t)=i_L(\infty)+[i_L(0+)-i_L(\infty)]e^{-t/\tau}=10(1-e^{-120t})A, t\geq 0$

注：①互易二端口和对称二端口的条件要记住；

②直流激励下的一阶电路用三要素法分析较方便