伪二阶电路综述

当电路中含有电感和电容时，一般属于二阶电路，特殊情况下可能为一阶电路。有两种方法判断它是一阶电路还是二阶电路：

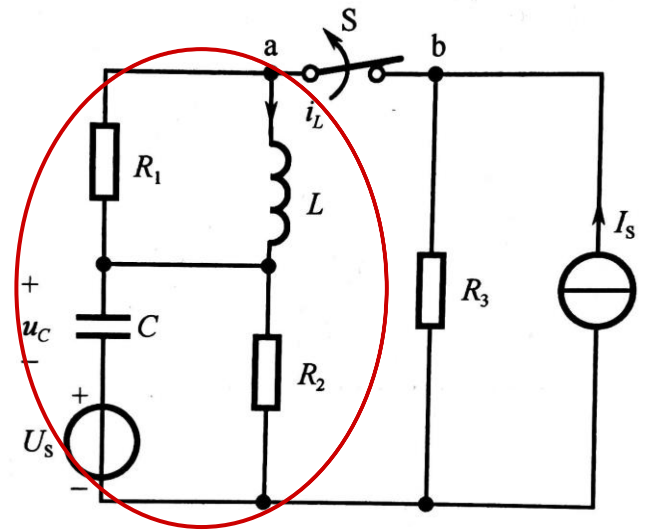
一是列写电路的微分方程，若列写的微分方程为两个独立的一阶微分方程则为一阶电路；

二是将电路中独立源置零后，从一个动态元件两端注入电流，若该电流流不到另一个不同的动态元件中，则为一阶电路。

注意：两种方法都是针对换路后的电路来判断（因为暂态过程是在换路之后才发生的）；第二种方法只将独立源置零，受控源保留。

伪二阶电路 例1

图示电路中，$R_1 = R_2 = R_3 = 10\Omega$，$L = 0.5\text{H}$，$C = 0.05\text{F}$，$U_S = 8\text{V}$，$I_S = 4\text{A}$。开关S打开前，电路已达稳态，在$t = 0$时将S打开。求S打开后的电容电压$u_C(t)$、电感电流$i_L(t)$和电压$u_{ab}(t)$。



【有两种方法判断它是一阶电路还是二阶电路：

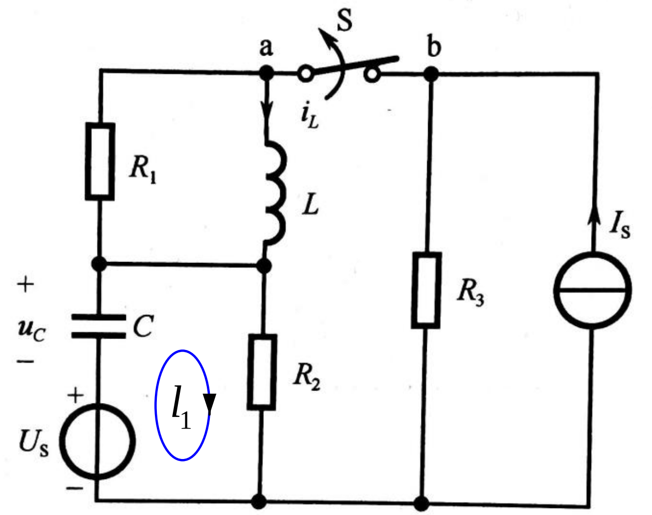
一是列写电路的微分方程，若列写的微分方程为两个独立的一阶微分方程则为一阶电路；

二是将电路中独立源置零后，从一个动态元件两端注入电流，若该电流流不到另一个不同的动态元件中，则为一阶电路。

本例中，换路后电路的左半部分（画红圈部分）由于中间被短路线短路，所以上下两个回路将分别单独作用而不互相影响，可用求解一阶电路的三要素法求解。】

伪二阶电路 例1

图示电路中，$R_1 = R_2 = R_3 = 10\Omega$，$L=0.5\text{H}$，$C=0.05\text{F}$，$U_S=8\text{V}$，$I_S=4\text{A}$。开关S打开前，电路已达稳态，在$t=0$时将S打开。求S打开后的电容电压$u_C(t)$、电感电流$i_L(t)$和电压$u_{ab}(t)$。



解： 换路前瞬间，即$t=0_$时电路处于稳态，**电容相当于开路，电感相当于短路。**此时

$$i_L(0_-) = \frac{R_3}{R_3+R_2} I_S = 2\text{A} \qquad u_C(0_-) = i_L(0_-)\times R_2 - U_S = 12\text{V}$$

(分流公式，电流源电流在流过a节点后分成两支，一支流过R_1，另一支流过R_2)

(左下角回路KVL)

由换路定律，$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 12\text{V}$，$i_L(0_+) = i_L(0_-) = 2\text{A}$

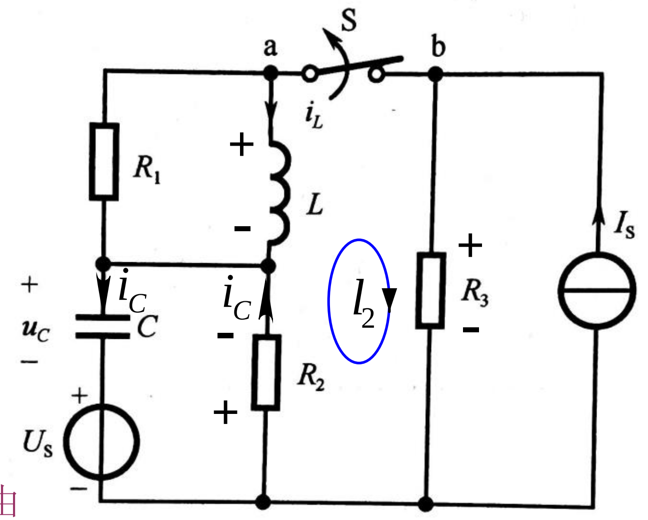
$t\to\infty$，即稳态时有 $u_C(\infty) = -U_S = -8\text{V}$，$i_L(\infty) = 0$

$t>0$时对于上方RL回路，可求得其时间常数 $\tau_1 = \dfrac{L}{R_1} = 0.05\text{s}$

$t>0$时对于下方RC回路，可求得其时间常数 $\tau_2 = CR_2 = 0.5\text{s}$

伪二阶电路 例1

图示电路中，R_1＝R_2＝R_3＝10Ω，L＝0.5H，C＝0.05F，U_S＝8V，I_S＝4A。开关S打开前，电路已达稳态，在t＝0时将S打开。求S打开后的电容电压$u_C(t)$、电感电流$i_L(t)$和电压$u_{ab}(t)$。



t＞0时运用三要素公式可分别求得

$$i_L(t) = i_L(0_+)\mathrm{e}^{-\frac{t}{\tau_1}} = 2e^{-20t}\mathrm{A}(t \geq 0)$$

$$u_C(t) = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)]\mathrm{e}^{-\frac{t}{\tau_2}} = -8 + 20e^{-2t}\mathrm{V}(t \geq 0)$$

则此时开关两端的电压为

$$u_{ab}(t) = u_L - u_{R2} - u_{R3}$$

$$= L\frac{di_L}{dt} - C\frac{du_C}{dt}R_2 - R_3 I_S$$

$$= -40 - 20e^{-20t} + 20e^{-2t}\mathrm{V}(t > 0)$$

(l2回路KVL。若熟练，可不写是由哪个回路KVL得到)
注意右边回路的参考方向选取。