石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

线性动态电路的复频域分析

应用拉普拉斯变换法分析线性电路

主讲 ： 蔡承才

本节将介绍运用运算法分析电路的相关知识，主要包括：

运算法思路；

运算模型的构建；

运算法分析电路的主要过程。

1. 运算法的计算步骤

① 由换路前的电路计算$u_c(0_-)$, $i_L(0_-)$ ；

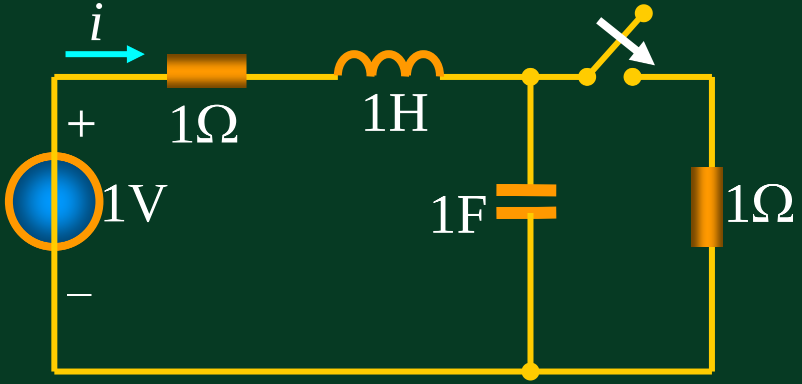
② 画运算电路模型，注意运算阻抗的表示和附加电源的作用；

③ 应用前面各章介绍的各种计算方法求象函数；

④ 反变换求原函数。

石家庄铁道大学 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY
在线开放课程

例　**电路原处于稳态，$t=0$ 时开关闭合，试用运算法求电流 $i(t)$。**

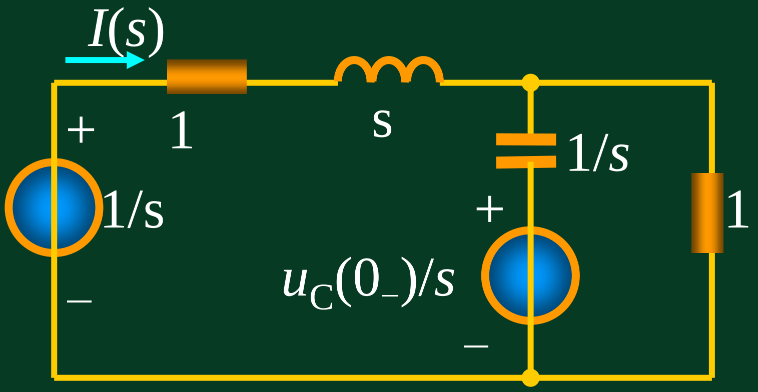


解 **(1) 计算初值**

$$u_c(0_-)=1\text{V}$$

$$i_L(0_-)=0$$

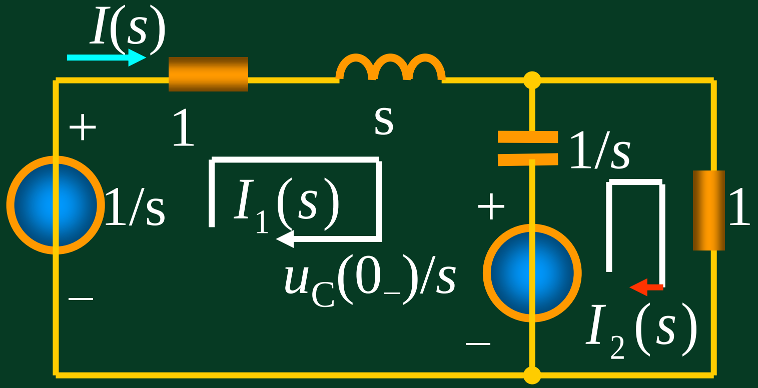
(2) 画运算电路



$$sL=1s$$

$$\frac{1}{sC}=\frac{1}{s\times 1}=\frac{1}{s}$$

(3) 应用回路电流法



$$\begin{cases}(1+s+\dfrac{1}{s})I_1(s)-\dfrac{1}{s}I_2(s)=\dfrac{1}{s}-\dfrac{u_C(0_-)}{s}=0\\ -\dfrac{1}{s}I_1(s)+(1+\dfrac{1}{s})I_2(s)=\dfrac{u_C(0_-)}{s}=\dfrac{1}{s}\end{cases}$$

$$I_1(s)=I(s)=\frac{1}{s(s^2+2s+2)}$$

石家庄铁道大学 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

$$I_1(s)=I(s)=\frac{1}{s(s^2+2s+2)}$$

(4)反变换求原函数

D(s) = 0有3个根： $p_1=0$， $p_2=-1+\mathrm{j}$， $p_3=-1-\mathrm{j}$

$$I(s)=\frac{K_1}{s}+\frac{K_2}{s+1-\mathrm{j}}+\frac{K_3}{(s+1+\mathrm{j})}$$

$$K_1=I(s)s\big|_{s=0}=\frac{1}{2}$$

$$K_2=I(s)(s+1-\mathrm{j})\big|_{s=-1+\mathrm{j}}=-\frac{1}{2(1+\mathrm{j})}$$

$$K_3=I(s)(s+1+\mathrm{j})\big|_{s=-1-\mathrm{j}}=-\frac{1}{2(1-\mathrm{j})}$$

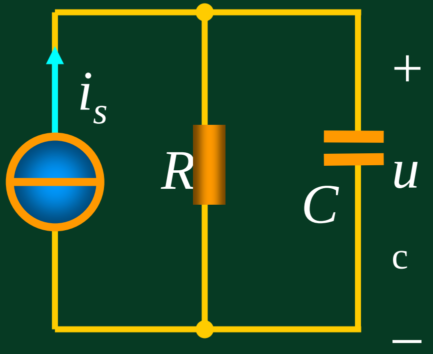
$$I(s)=\frac{1/2}{s}-\frac{1/2(1+\mathrm{j})}{s+1-\mathrm{j}}-\frac{1/2(1-\mathrm{j})}{(s+1+\mathrm{j})}$$

$$L^{-1}[I(s)]=i(t)=\frac{1}{2}(1-e^{-t}\cos t-e^{-t}\sin t)$$

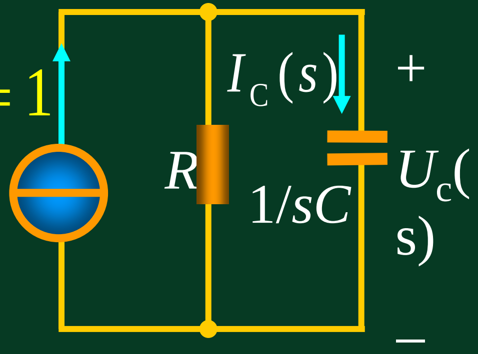
石家庄铁道大学 SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

例2 **图示电路** $i_s=\delta(t)$, $u_c(0_-)=0$ **，求**$u_C(t)$、$i_C(t)$。

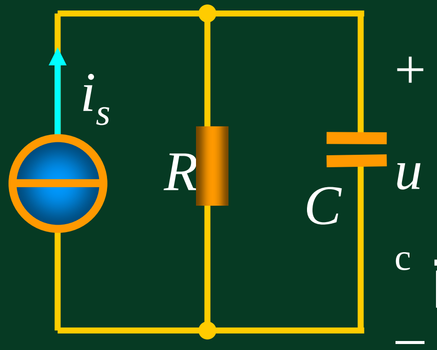


$I_s(s)=1$



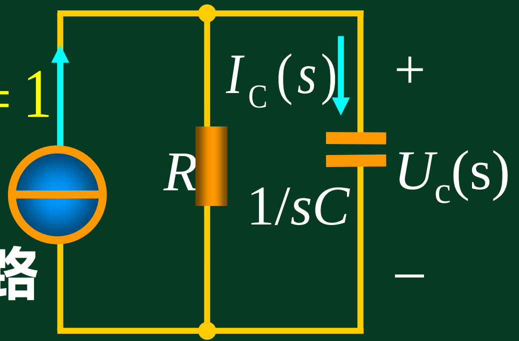
解 **画运算电路**

例2 **图示电路** $i_s=\delta(t)$, $u_c(0_-)=0$ ，**求**$u_C(t)$、$i_C(t)$。



画运算电路

$I_s(s)=1$



解

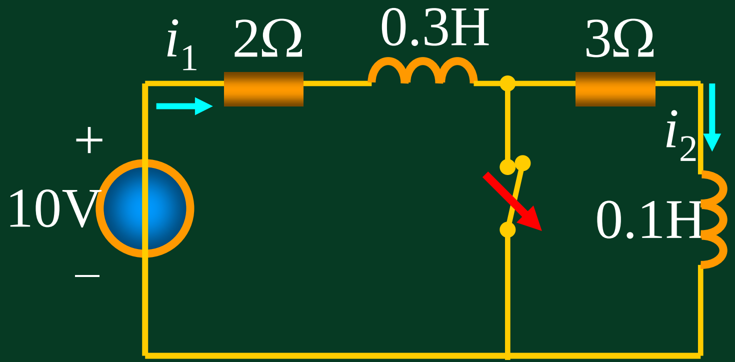
$$U_C(s)=\frac{R}{R+1/sC}I_s(s)\frac{1}{sC}$$

$$=\frac{R}{RC(s+1/RC)}=\frac{1}{C(s+1/RC)}$$

$$I_C(s)=U_C(s)sC=\frac{RsC}{RsC+1}=1-\frac{1}{RsC+1}$$

$$\Rightarrow u_c=\frac{1}{C}e^{-t/RC}(t\geq 0) \qquad i_c=\delta(t)-\frac{1}{RC}e^{-t/RC}(t\geq 0)$$

例3 $t=0$时打开开关，求电感电流和电压。

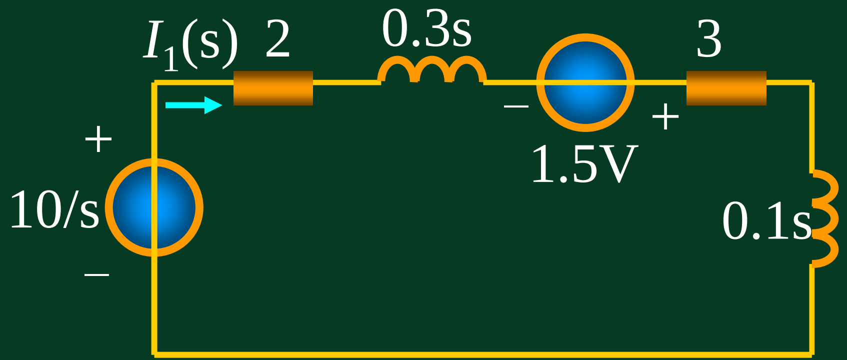


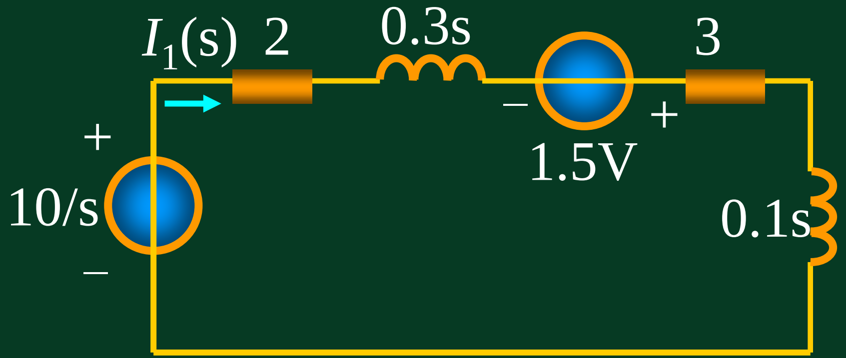
解 计算初值

$$i_1(0_-)=5\text{A}$$

$$i_2(0_-)=0$$

画运算电路

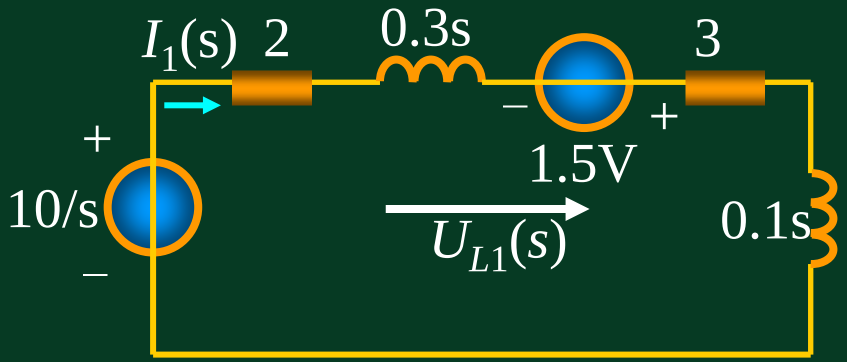




$$I_1(s)=\frac{\frac{10}{s}+1.5}{5+0.4s}=\frac{10+1.5s}{(5+0.4s)s}=\frac{25+3.75s}{(s+12.5)s}$$

$$=\frac{2}{s}+\frac{1.75}{s+12.5} \Rightarrow i_1=2+1.75e^{-12.5t}=i_2$$

注意 $i_1(0_+)\neq i_1(0_-)$ $i_2(0_+)\neq i_2(0_-)$



$$U_{L1}(s) = 0.3sI_1(s) - 1.5 = -\frac{6.56}{s+12.5} - 0.375$$

$$u_{L1}(t) = -0.375\delta(t) - 6.56e^{-12.5t}$$

$$U_{L2}(s) = 0.1sI(s) = 0.375 - \frac{2.19}{s+12.5}$$

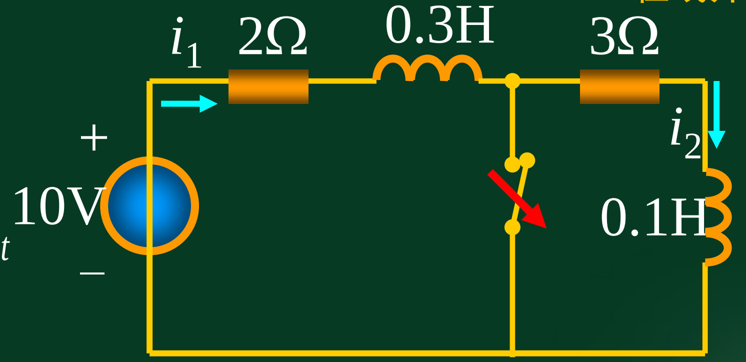
$$u_{L2}(t) = +0.375\delta(t) - 2.19e^{-12.5t}$$

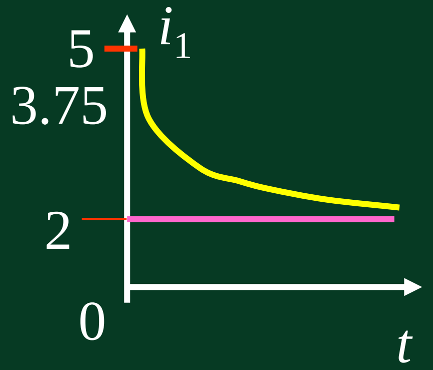
在线开放课程

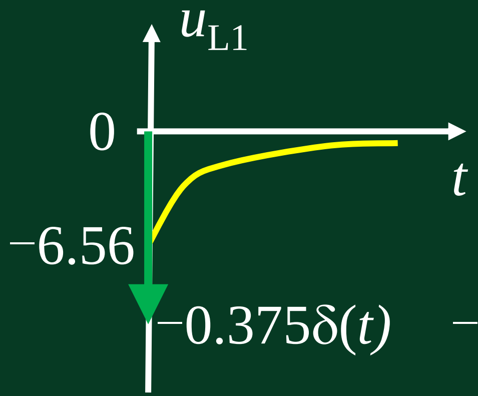
$$i_1 = 2 + 1.75e^{-12.5t} = i_2$$

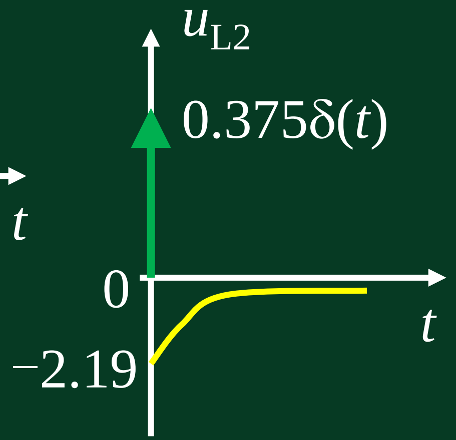
$$u_{L1}(t) = -0.375\delta(t) - 6.56e^{-12.5t}$$

$$u_{L2}(t) = +0.375\delta(t) - 2.19e^{-12.5t}$$









本节小结

本节我们介绍了运用运算法进行电路的相关内容，要求掌握：

运算法思路；

运算模型的构建；

运算法分析电路的步骤。