

RC分流分析

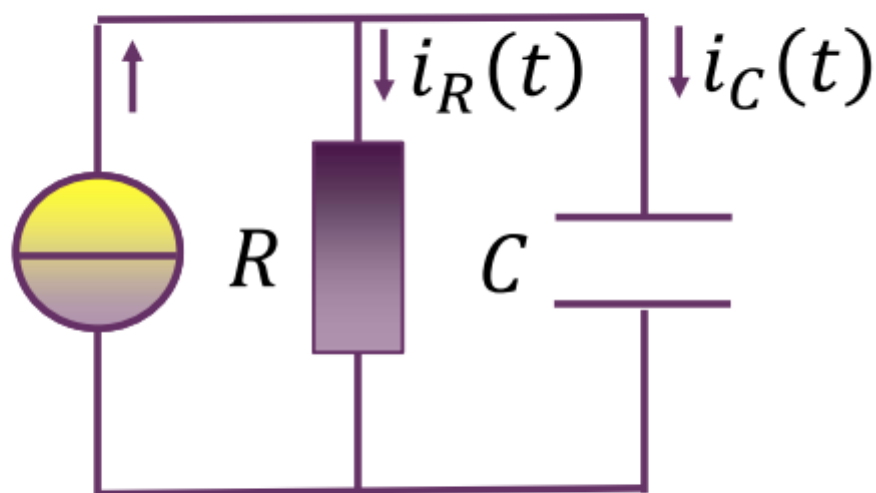
无04 2019012137 张鸿琳

RC电路

理论分析

电路图如下：

$$i_S(t) = I_{S0}U(t)$$

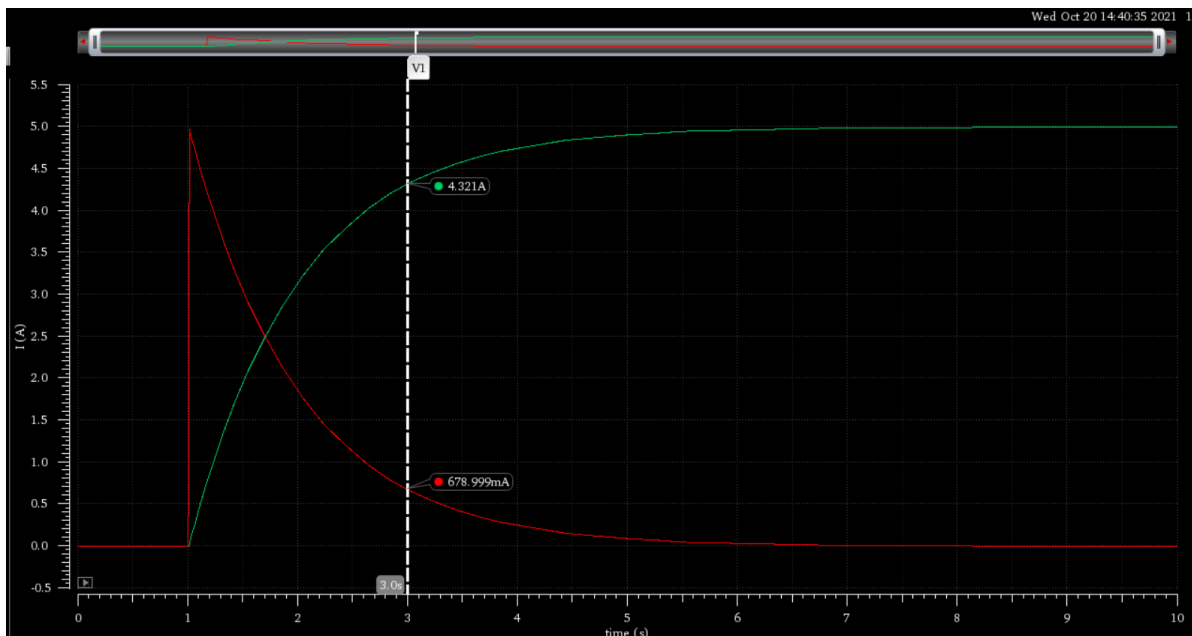


$t > 0$ 时，由KCL，假设电容两端电压为 v ，有 $C \frac{dv}{dt} + \frac{v}{R} = I_{S0}$ ，首先其齐次解为 $A \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$ ，而特解为 $I_{S0}R$ ，再由初始电压为零，得到 $v(t) = I_{S0}R - I_{S0}R \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$ 。

那么电容电流为 $I_C = I_{S0} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$ ，而电阻电流为 $I_R = I_{S0} - I_{S0} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$ 。具体现象应该为电阻电流从0开始逐渐攀升，直到稳定在 i_{S0} ，而电容电流存在跳变，跳变为 I_{S0} 后指数衰减为0。

仿真结果

下图为上述电路在仿真中得到的结果（电流源取 $5A$ ，电阻为 $1k\Omega$ ，电容为 $1mF$ ，绿线为电阻电流，红线为电容电流）：



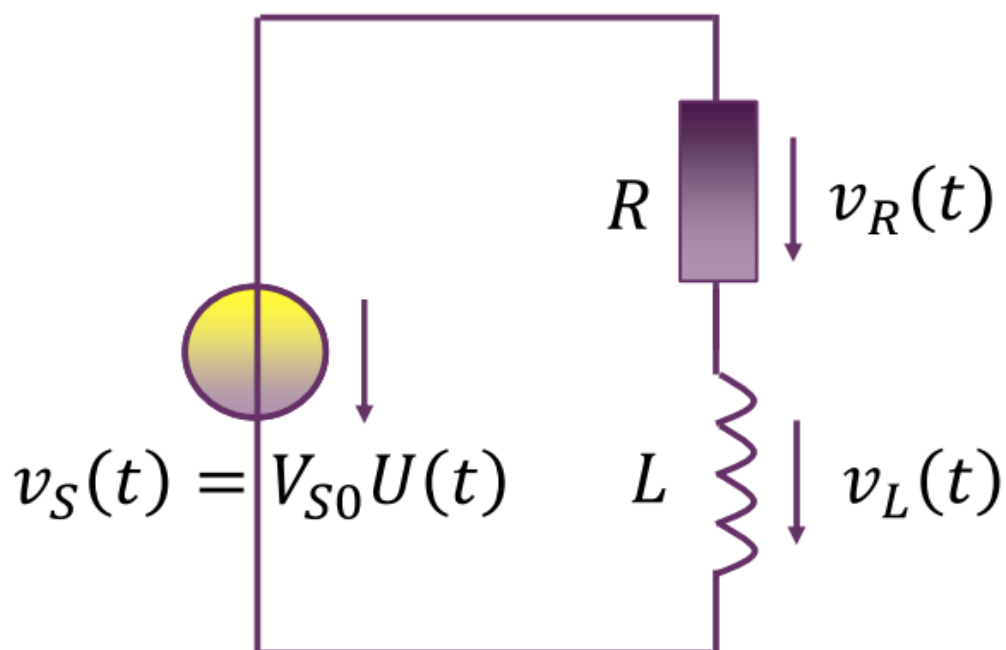
可以看出该结果与上面理论分析结果一致，由上面的参数可以算出时间常数为 $\tau = RC = 1$ ，那么经过 $2s$ 后，衰减比例应为 $e^{-2} \approx 0.1353$ ，而由图中数据实际衰减比例也近似为 $\frac{678.999}{5000} \approx 0.1358$ ，二者符合得很好。

同时可以看出电容电流为电流源中的高频分量，而电阻电流为电流源中的低频分量，也就是直流分量，这是因为电容在高频信号下近似为短路，具有通交隔直的特性。

RL电路

理论分析

电路图如下：

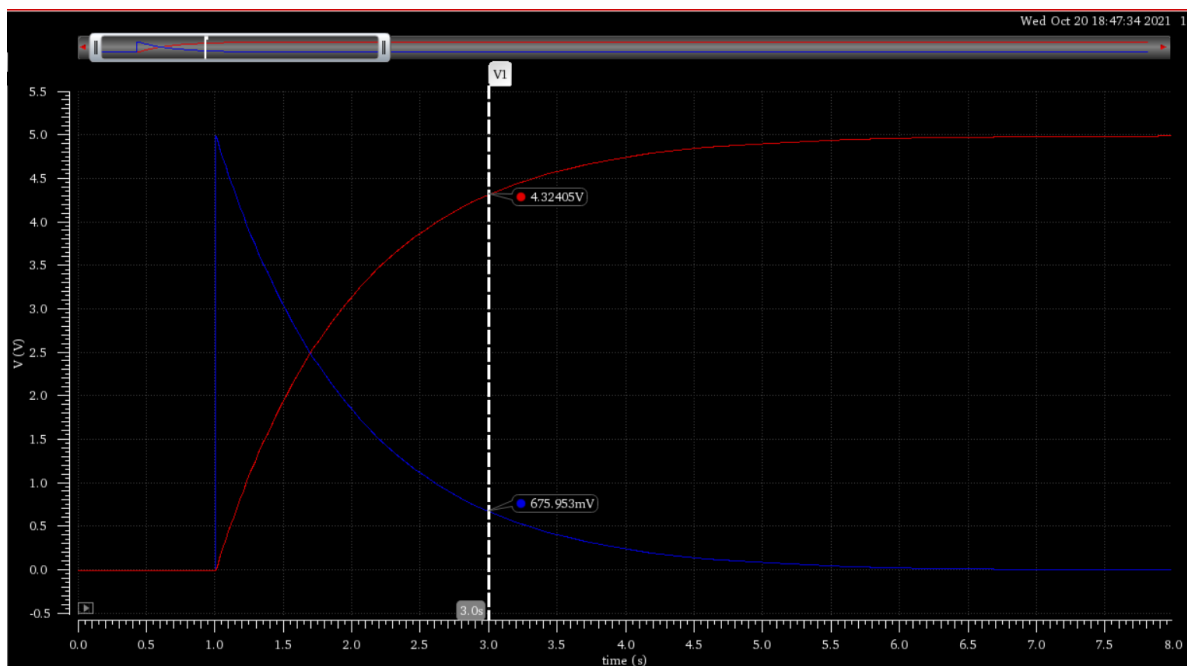


假设回路电流为 i ，由KVL，当 $t > 0$ 时，有 $L \frac{di}{dt} + iR = V_{S0}$ ，利用与上面RC电路同样的解法，可以得到 $i(t) = \frac{V_{S0}}{R} - \frac{V_{S0}}{R} \exp\left(-\frac{Rt}{L}\right)$ 。

进而可以得到电感电压为 $V_L = V_{S0} \exp\left(-\frac{Rt}{L}\right)$ ，那么电阻分压为 $V_R = V_{S0} - V_{S0} \exp\left(-\frac{Rt}{L}\right)$ 。

仿真结果

下图为RL电路在仿真中得到的结果（电压源取 $5V$ ，电阻为 1Ω ，电感为 $1H$ ，红线为电阻电压，蓝线为电感电压）：



可以看到由于为RC电路的对偶电路，其结果与上面的结果十分相仿，同时与理论分析的结果一致，时间常数为 $\tau = \frac{R}{L} = 1$ ，那么 $2s$ 后，电感电压衰减比例应为 $e^{-2} \approx 0.1353$ ，而实际结果为 $\frac{675.953}{5000} \approx 0.1352$ ，二者也十分相符。

与电容电流类似，电感电压为电压源中的高频分量，存在跳变，而电阻电压为电压源中的直流分量，最终稳定在 $5V$ 。