

RLC 串联电路的暂态过程

1. 电路的暂态过程是指：在阶跃电压的作用下， RLC 串联电路由一个平衡态跳变到另一个平衡态。

2. 在 RC 串联电路的暂态过程中，充电时电流 i 和电压 u_C 均按照指数规律增大，放电的时候按照指数规律减小。 u_R 可以跃变，因为 $u_R = iR$ ，而在 RC 电路中电流是可以跃变的； u_C 不能跃变，因为电容 C 是储能元件，电路中储存的能量是 $\epsilon = \frac{1}{2}Cu_C^2$ ，在暂态过程中能量不能跃变。

3. RC 串联电路的时间常量 $\tau = RC$ 。在实验中可以测量在放电过程中 u_C 从 E 衰减到 $0.368E$ 所用的时间，这个时间即为 τ 值。

4. RL 串联电路的暂态过程中，电流按照指数方式增长和消失，电阻上的电压和电流同步变化，而电感上的电压在阶跃电压作用时产生一个突变，而后以指数方式趋于 0。 u_L 可以跃变，而电阻上的电压 u_R 不能跃变，因为 RL 电路储存的能量是 $\frac{1}{2}Li^2$ ，而能量在暂态过程中是不能突变的。 RL 串联电路的时间常量为 $\tau = \frac{L}{R}$ 。

5. 在 RLC 串联电路的暂态过程中，根据电路的参数可以将电路划分为 3 中情况：① $R^2 < \frac{4L}{C}$ 属于阻尼较小的情况， u_C 随时间按照阻尼振动，振动的振幅服从指数衰减；② $R^2 > \frac{4L}{C}$ 对应过阻尼的情况， u_C 以缓慢的方式逐渐回零；③ $R^2 = \frac{4L}{C}$ 对应于临界阻尼状态， u_C 也会回零，但比过阻尼回零更快。小阻尼 ($R^2 \ll \frac{4L}{C}$) 的情况下，振幅的衰减很缓慢， $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}\sqrt{1 - \frac{R^2C}{4L}} \approx \frac{1}{LC}$ ，衰减振动的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega} \approx 2\pi\sqrt{LC}$ ，可以直接测量电压各个峰值及其对应的时间得到振动的周期。然后可以利用各个峰值的高度和其对应的时间使用指数衰减进行拟合，得到衰减常数，也就是对 $-\ln u_C \sim t$ 进行最小二乘法拟合，得到的斜率即为衰减常数，时间常量是衰减常数的倒数。

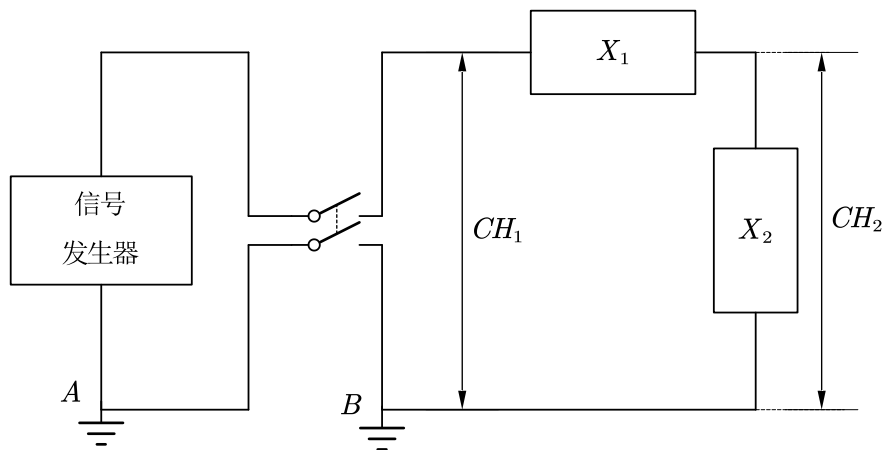


图 1: RLC 串联电路实验电路图

6. 实验电路的电路图如图 1 所示，图中 A 和 B 分别是信号源接地点和 CH_1, CH_2 共地点。不能在不改变电路其他部分的情况下直接让 CH_2 转去测量 X_1 部分电路，这样将无法使得 CH_1 和 CH_2 共地。

7. 数字存储示波器是对输入信号先进行取样和模数转换，将输入的模拟信号转换为数字量并储存在存储器内，示波器内的微处理器则将存储器内的数字信号转换成可是波形，由于它的存储功能，数字存储示波器适合俘获和显示单脉冲信号。而普通的模拟示波器没有

存储功能，只是实时地将输入信号放大显示，所以不能显示单脉冲信号。在图 28-14 中，通道 1 现实的脉冲信号脉冲部分地持续时间大概是 1s，高低电平差值大概是 1.05V。右下角的 750mV 表示触发电平。