

# RCL 电路串并联等效变换

## 1. RC 并联 $\rightarrow$ R'C' 串联

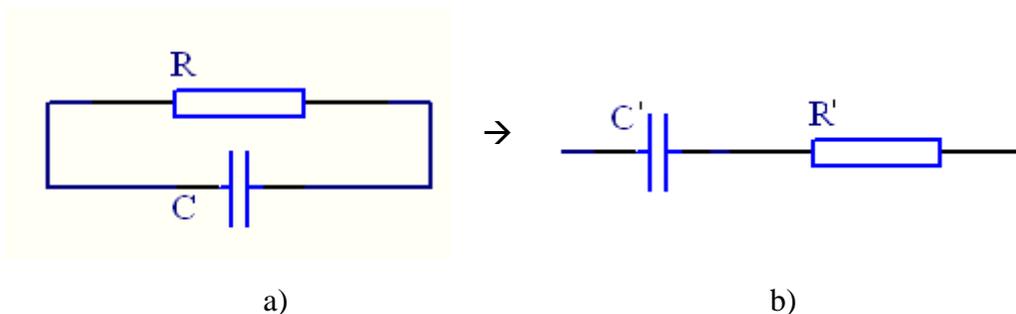


图 1

并联电路 Q 值为： $Q = \omega RC$ ，通过计算得到 R'、C' 值如下：

$$R' = \frac{R}{1 + (\omega RC)^2} = \frac{R}{1 + Q^2}$$
$$C' = \frac{C(1 + (\omega RC)^2)}{(\omega RC)^2} = \frac{C(1 + Q^2)}{Q^2}$$

串联电路的 Q 值为：

$$Q' = \frac{1}{\omega R' C'} = Q$$

可见，等效后电阻值变小，电容值变大，电路的 Q 值不变。

## 2. RC 串联 $\rightarrow$ R'C' 并联

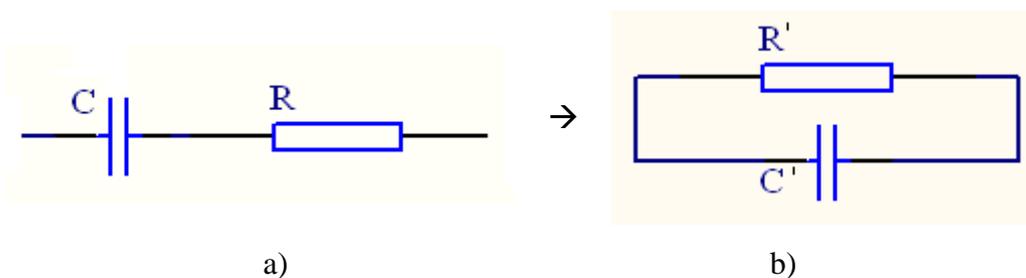


图 2

串联电路 Q 值为： $Q = \frac{1}{\omega RC}$ ，通过计算得到 R'、C' 值如下：

$$R' = \frac{R(1 + (\omega RC)^2)}{(\omega RC)^2} = R(1 + Q^2)$$

$$C' = \frac{C}{1 + (\omega RC)^2} = \frac{CQ^2}{1 + Q^2}$$

并联电路的 Q 值为：

$$Q' = \omega R' C' = Q$$

同样，等效前后电路 Q 值不变。

### 3. RL 并联 → R'L'串联

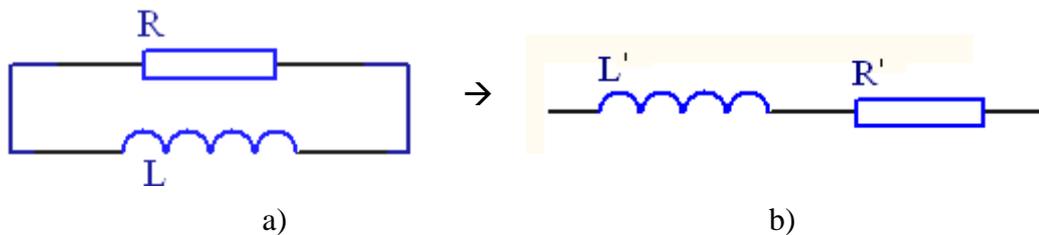


图 3

并联电路 Q 值为： $Q = \frac{R}{\omega L}$ ，通过计算得到 R'、L' 值如下：

$$R' = \frac{\omega^2 R L^2}{R^2 + (\omega L)^2} = \frac{R}{1 + Q^2}$$

$$L' = \frac{R^2 L}{R^2 + (\omega L)^2} = \frac{LQ^2}{1 + Q^2}$$

串联电路的 Q 值为：

$$Q' = \frac{\omega L'}{R'} = Q$$

可见，等效后阻值变小，电感量变小，电路 Q 值不变。

#### 4. RL 串联 → R'L' 并联

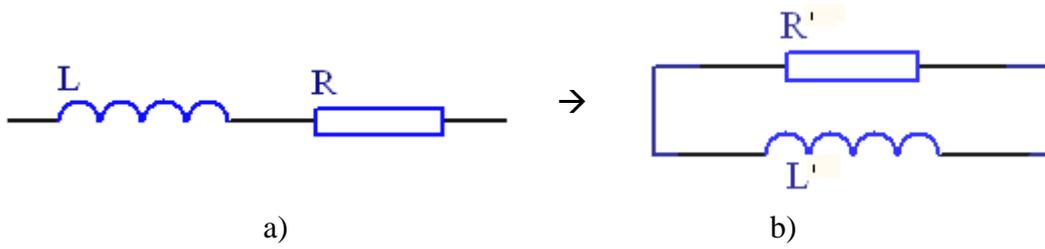


图 4

串联电路 Q 值为： $Q = \frac{\omega L}{R}$ ，通过计算得到 R'、L' 值如下：

$$R' = \frac{R^2 + (\omega L)^2}{R} = R(1 + Q^2)$$

$$L' = \frac{R^2 + (\omega L)^2}{\omega^2 L} = \frac{L(1 + Q^2)}{Q^2}$$

并联电路的 Q 值为：

$$Q' = \frac{R'}{\omega L'} = Q$$

同样，等效前后电路 Q 值不变。

#### 5. RCL 并联 → R'C'L' 串联

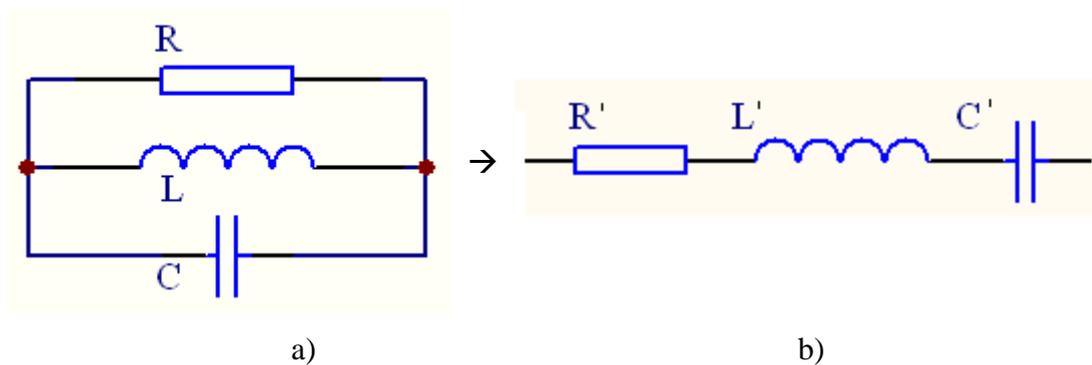


图 5

## 5.1 电感等效成电容

先通过 LC 等效公式  $C = -\frac{1}{\omega^2 L}$  将电路等效成 RC 并联，得到如图 1 a) 所示的电路，此时电容值变为：

$$C'' = C - \frac{1}{\omega^2 L}$$

电路的 Q 值为：

$$Q = \omega RC'' = \omega RC - \frac{R}{\omega L}$$

然后将 R、C'' 的值带入第 1 节的公式得：

$$R' = \frac{R}{1 + (\omega RC'')^2} = \frac{R}{1 + (\omega RC - \frac{R}{\omega L})^2} = \frac{R}{1 + Q^2}$$

$$C' = \frac{C''(1 + (\omega RC'')^2)}{(\omega RC'')^2} = \frac{C''(1 + Q^2)}{Q^2}$$

等效后串联电路的 Q 值为：

$$Q' = \frac{1}{\omega R' C'} = Q$$

## 5.2 电容等效成电感

通过 CL 等效公式  $L = -\frac{1}{\omega^2 C}$  将电路等效成如图 3 a) 所示，电感量变为：

$$L'' = \frac{L}{1 - \omega^2 LC}$$

电路的 Q 值为：

$$Q = \frac{R}{\omega L''} = \frac{R}{\omega L} - \omega RC$$

将 R、L'' 带入第 3 节的公式得：

$$R' = \frac{\omega^2 R L''^2}{R^2 + (\omega L'')^2} = \frac{R}{1 + (\frac{R}{\omega L} - \omega RC)^2} = \frac{R}{1 + Q^2}$$

$$L' = \frac{R^2 L''}{R^2 + (\omega L'')^2} = \frac{L'' Q^2}{1 + Q^2}$$

结论同上。

## 6. RCL 串联 $\rightarrow$ R'C'L' 并联

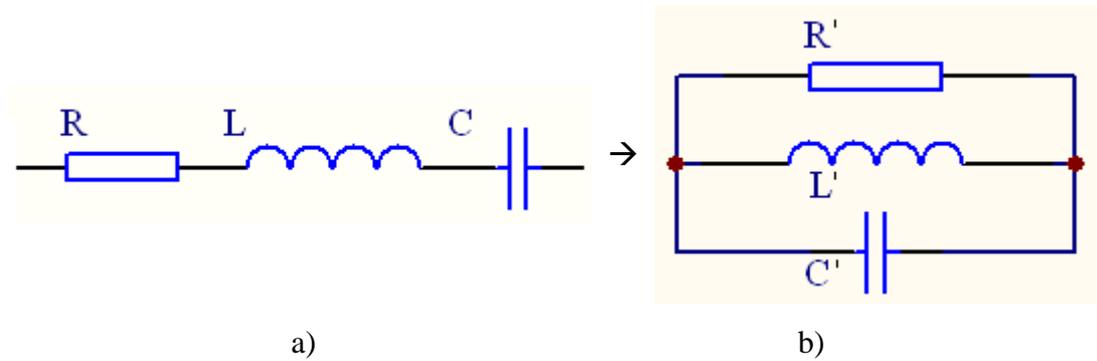


图 6

### 6.1 电感等效成电容

先通过 LC 等效公式  $C = -\frac{1}{\omega^2 L}$  将电路等效成 RC 串联，得到如图 2 a) 所示的电路，此时电容值变为：

$$C'' = \frac{C}{1 - \omega^2 LC}$$

电路的 Q 值为：

$$Q = \frac{1}{\omega RC''} = \frac{1}{\omega RC} - \frac{\omega L}{R}$$

然后将 R、C'' 的值带入第 2 节的公式得：

$$R' = \frac{R(1 + (\omega RC'')^2)}{(\omega RC'')^2} = R \left( 1 + \left( \frac{1}{\omega RC} - \frac{\omega L}{R} \right)^2 \right) = R(1 + Q^2)$$

$$C' = \frac{C''}{1 + (\omega RC'')^2} = \frac{C'' Q^2}{1 + Q^2}$$

等效后串联电路的 Q 值为：

$$Q' = \omega R' C' = Q$$

## 6.2 电容等效成电感

通过 CL 等效公式  $L = -\frac{1}{\omega^2 C}$  将电路等效成如图 4 a) 所示，电感量变为：

$$L'' = L - \frac{1}{\omega^2 C}$$

电路的 Q 值为：

$$Q = \frac{\omega L''}{R} = \frac{\omega L}{R} - \frac{1}{\omega RC}$$

将 R、L'' 带入第 4 节的公式得：

$$R' = \frac{R^2 + (\omega L'')^2}{R} = R(1 + Q^2)$$

$$L' = \frac{R^2 + (\omega L'')^2}{\omega^2 L''} = \frac{L''(1 + Q^2)}{Q^2}$$

结论同上。

©版权所有。200805

欢迎批评指正！

Email: wein1210@sina.com