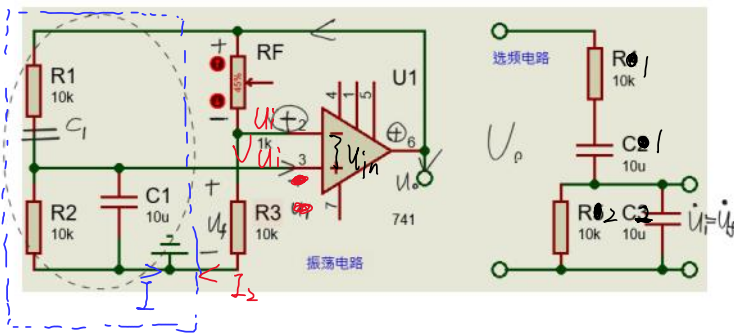


RC选频电路串并联谐振相关推导

Saturday, December 2, 2023 10:13 AM



1. 在集成电路中, 由于电感几乎无法满足我们的需求(由于太小, 电感无法使用), 从而我们仅使用电容进行串并联谐振选频。

首先: 设流过总线电流有效值 I , 则: $U_i = I(R_2 // -j\frac{1}{\omega C_1})$

$$\text{而 } U_o = I(R_2 // -j\frac{1}{\omega C_2} + R_1 - j\frac{1}{\omega C_1}) \quad (1)$$

而右侧的放大器组成了负反馈的比例运算电路, 设右侧线电流 I_2 , 则:

$$U^- = U^+ = I_2 R_3 = U_i, \text{ 即: } I_2 = \frac{U_i}{R_3}, \text{ 从而有:}$$

$$U_o = U_i + R_F \cdot I_2 = (1 + \frac{R_F}{R_3}) U_i \quad \text{即: 放大倍数 } A = \frac{U_o}{U_i} = 1 + \frac{R_F}{R_3},$$

由于取 U_o 处电压, 而 U_o 以分压 U_f 反馈到输入端, 则有: 电压串联负反馈 ★

$$U_i = U_f \quad (\text{由于是电压形式输入的})$$

$$\text{显然反馈系数为 } F = \frac{U_f}{U_o} = \frac{U_i}{U_o} = \frac{R_3}{R_3 + R_F} \quad (2)$$

* 我们知道: "自激振荡" 为 $|AF| = 1$, 显然该电路满足自激振荡条件,

由于右侧仅含电容: $Z = R + jX$, 显然 $X < 0$ 不能直接谐振, 加运放之后,

谐振在反馈系数取最大值时发生

$$\frac{1}{\omega C_2} : \Omega \rightarrow \omega \rightarrow \frac{1}{RC} \text{ 量纲}$$

$$F = \frac{U_i}{U_o} \xrightarrow{(1)} = \frac{R_2 // -j\frac{1}{\omega C_2}}{R_2 // -j\frac{1}{\omega C_2} + R_1 - j\frac{1}{\omega C_1}} = \frac{\frac{-j\frac{R_2}{\omega C_2}}{R_2 - j\frac{1}{\omega C_2}}}{\frac{-j\frac{R_2}{\omega C_2}}{R_2 - j\frac{1}{\omega C_2}} + R_1 - j\frac{1}{\omega C_1}} = \frac{-jR_2}{-jR_2 + (R_1 - j\frac{1}{\omega C_1})(\omega C_2 R_2 - j)}$$

$$\xrightarrow{\text{同除 } -jR_2} = \frac{1}{1 + (R_1 - j\frac{1}{\omega C_1})(\frac{1}{R_2} + j\omega C_2)} = \frac{1}{1 + (\frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} - j\frac{1}{\omega C_1 R_2} + j\omega C_2 R_1)}$$

取: $C_1 = C_2 = C, R_1 = R_2 = R$, 谐振频率 $\omega_0 = \frac{1}{RC}$.

$$\text{得: } \frac{1}{3 + j(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})} = F, \text{ 显然: 当 } F \text{ 虚部为 } 0 \text{ 时, } \omega = \omega_0 = \frac{1}{RC}$$

$$\text{此时得谐振反馈系数 } F = F_{\max} = \frac{1}{3},$$

$$\text{与 (2) 联立, 可得: } \frac{1}{3} = \frac{R_3}{R_3 + R_F}, \text{ 即: } R_F = 2R_3 \text{ (电阻关系)}$$