

## RC 正弦波振荡电路

正弦波振荡电路用来产生一定频率和幅度的交流信号。常用的正弦波振荡电路有  $LC$  振荡电路和  $RC$  振荡电路两种。 $RC$  振荡电路的输出功率小，频率较低； $LC$  振荡电路的输出功率较大，频率也较高。工业上的高频感应炉、超声波发生器、正弦波信号发生器、半导体接近开关等，都是振荡电路的应用。

### 1. 电路结构

$RC$  正弦波振荡电路如图 1 所示。它由放大电路（同相比例运算电路）， $RC$  串并网络(既是正反馈网络，又是选频网络)和二极管限幅电路构成。输出电压  $u_o$  经  $RC$  串并网络分压后，在  $RC$  并联电路上得出反馈电压  $u_f$ ，加在同相比例运算放大器的同相输入端，作为它的输入电压  $u_i$ ， $R_F$  和  $R_1$  构成负反馈网络，并利用二极管  $D_1$ 、 $D_2$  正向特性的非线性实现自动稳幅。

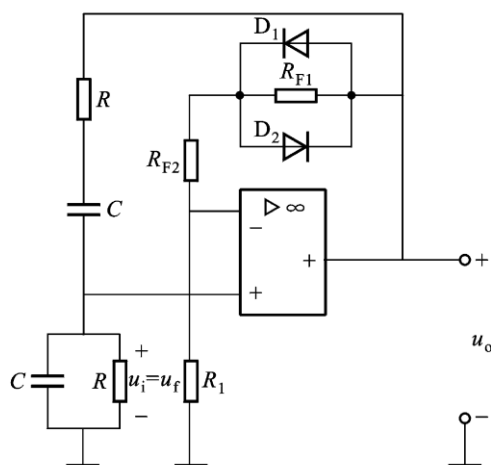


图 1  $RC$  正弦波振荡电路

### 2. $RC$ 串并联选频网络的选频特性

由图可求得传输系数：

$$\begin{aligned}
 F = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_f} &= \frac{R // \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C} + R // \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{3 + j(\omega RC - \frac{1}{\omega RC})} \\
 &= \frac{1}{3 + j(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})}
 \end{aligned}$$

分析可知：仅当  $\omega = \omega_0$  时， $\frac{U_o}{U_f} = \frac{1}{3}$  最大值，且  $u_o$  与  $u_f$  同相，即网络具

有选频特性，而且， $R = \frac{1}{\omega_0 C}$ ，即  $\omega_0 = \frac{1}{RC}$ ， $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 。

### 3. 工作原理

输出电压  $u_o$  经正反馈(兼选频)网络分压后，取  $u_f$  作为同相比例电路的输入信号  $u_i$ 。

#### (1) 起振过程

当满足  $|AF| > 1$  的起振条件，可得如图 2 所示振荡波形。

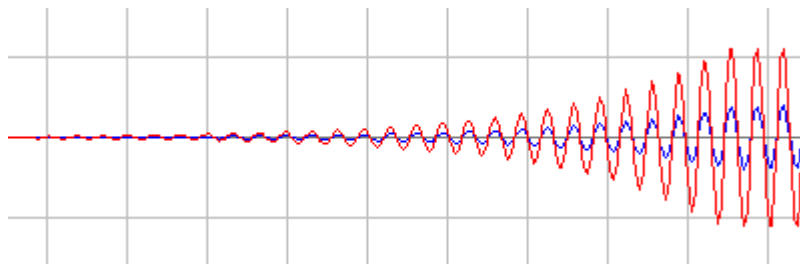


图 2 起始振荡波形

#### (2) 稳定振荡稳幅振荡波形如图 3 所示。

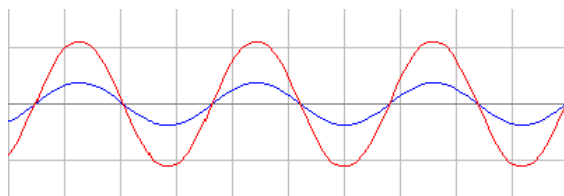


图 3 稳幅振荡波形

#### (3) 振荡频率

振荡频率由相位平衡条件决定。 $\varphi_A = 0$ ，只有在  $f_0$  处， $\varphi_F = 0$ ，满足相位平衡条件， $\varphi_A + \varphi_F = 0$ ，所以振荡频率

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

改变  $R$ 、 $C$  可改变振荡频率

由运算放大器构成的  $RC$  振荡电路的振荡频率一般不超过 1MHz。

#### (4) 起振及稳定振荡的条件起振条件 $|AF| > 1$ ，因为 $|F| = 1/3$ ，则

$$A_u = 1 + \frac{R_F}{R_1} > 3 \quad \text{稳定振荡条件 } |AF| = 1, |F| = 1/3, \text{ 则}$$

$$A_u = 1 + \frac{R_F}{R_1} = 3$$

考虑到起振条件  $|AF| > 1$ ，一般应选取  $R_F$  略大  $2R_1$ 。如果这个比值取得过大，会引起振荡波形严重失真。(5) 稳幅环节

由运放构成的  $RC$  串并联正弦波振荡电路不是靠运放内部的晶体管进入非线性区稳幅，而是通过在外部引入负反馈来达到稳幅的目的。

图 1 电路是利用二极管正向伏安特性的非线性来自动稳幅的。图中， $R_F$  分为两部分。在  $R_{F1}$  上正反并联两个二极管，它们在输出电压  $u_O$  的正负半周内分别导通。在起振之初，由于  $u_O$  幅值很小，尚不足以使二极管导通，正反向二极管近于开路，此时， $R_F > 2 R_1$ 。而后，随着振荡幅度的增大，正反向二极管导通，其导通电阻逐渐减小，直到  $R_F = 2 R_1$ ，振荡稳定。