

第八章 波形产生电路与变换电路

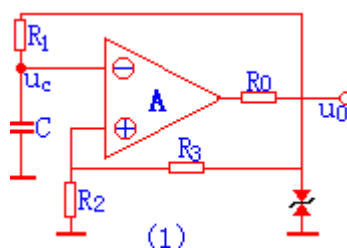
波形产生电路包含正弦波振荡电路和非正弦波产生电路。它们不需要输入信号便能产生各种周期性的波形，如正弦波、矩形波和锯齿波等。波形变换电路是将输入信号的波形变成另一种形状，例如将方波变换三角波，将正弦波变换成矩形波等。

8.1 非正弦波产生电路

矩形波、锯齿波、三角波等非正弦波，实质是脉冲波形。产生这些波形一般是利用惰性元件电容 C 和电感 L 的充放电来实现的，由于电容使用起来方便，所以实际中主要用电容。

8.1.1 矩形波产生

用滞回比较器作开关，RC 组成积分电路，即可组成矩形波产生电路。电路图如（1）所示：



工作原理：电路是通过电阻 R_0 和稳压管对输出限幅，如它们的稳压值相等，则电路输出电压正、负幅度对称。在利用滞回比较器和积分电路的特性即可得到矩形波。

振荡周期计算：它等于正半周期和负半周期的和。我们可通过电容充放电的三要素和转换值

$$T_1 = \tau_R \ln \frac{u_c(\infty) - u_c(0^+)}{u_c(\infty) - u_c(T_1)}$$

求得。

$$\text{其中: } \tau_R = RC; \quad u_c(\infty) = -U_Z; \quad u_c(0^+) = \frac{R_2}{R_2 + R_3} U_Z; \quad u_c(T_1) = -\frac{R_2}{R_2 + R_3} U_Z$$

$$T = T_1 + T_2 = 2T_1 = 2RC \ln\left(1 + \frac{2R_2}{R_3}\right)$$

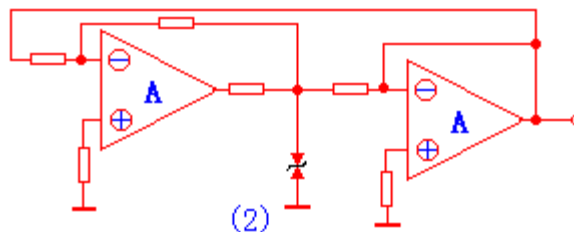
因此振荡周期：

从中我们可以看到：改变 R、C 或 R_2 、 R_3 均可改变电路的振荡周期。

我们以上所述的是建立在 $U_{om} = |U_{oz}|$ 的基础上。若 $U_{om} \neq |U_{oz}|$ ，则产生 $T_1 \neq T_2$ 的矩形波。

8.1.2 三角波产生电路

用集成运放的积分电路代替矩形波产生电路的 RC 电路，（略加改进）即可形成。它的电路图如图（2）所示：



它的前级集成运放组成滞回比较电路，后级组成积分电路。它可同时产生方波(前级集成运放产生)和三角波(后级集成运放产生)。

三角波的电容充放电时间相等，若电容的充放电时间不等而且相差很大，便产生锯齿波。

8.2 正弦波产生电路

在科学研究、工业生产、医学、通讯、自控和广播技术等领域里，常常需要某一频率的正弦波作为信号源。例如，在实验室，人们常用正弦作为信号源，测量放大器的放大倍数，观察波形的失真情况。在工业生产和医疗仪器中，利用超声波可以探测金属内的缺陷、人体内器官的病变，应用高频信号可以进行感应加热。在通讯和广播中更离不开正弦波。可见，正弦波应用非常广泛，只是应用场合不同，对正弦波的频率、功率等的要求不同而已。正弦波产生电路又称为正弦振荡器。

8.2.1 产生正弦振荡的条件

正弦波产生电路的目的就是使电路产生一定频率和幅度的正弦波，我们一般是在放大电路中引入正反馈，并创造条件，使其产生稳定可靠的振荡。

正弦波产生电路的基本结构是：引入正反馈的反馈网络和放大电路。

其中：接入正反馈是产生振荡的首要条件，它又被称为**相位条件**；产生振荡必须满足**幅度条件**；要保证输出波形为单一频率的正弦波，必须具有**选频特性**；同时它还应具有**稳幅特性**。

因此，正弦波产生电路一般包括：**放大电路**；**反馈网络**；**选频网络**；**稳幅电路**四个部分。

我们在分析正弦振荡电路时，先要判断电路是否振荡。方法是：

是否满足相位条件，即电路是否是正反馈，只有满足相位条件才可能产生振荡；

放大电路的结构是否合理，有无放大能力，静态工作是否合适；

是否满足幅度条件，检验 $|A\beta|$ ，若：

(1) $|A\beta| < 1$ 则不可能振荡；

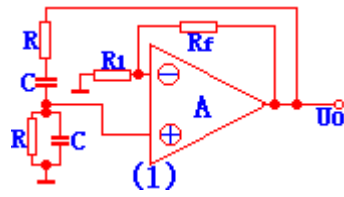
(2) $|A\beta| \gg 1$ 振荡，但输出波形明显失真；

(3) $|A\beta| > 1$ 产生振荡。振荡稳定后 $|A\beta| = 1$ 。此种情况起振容易，振荡稳定，输出波形的失真小。

按选频网络的元件类型，把正先振荡电路分为：**RC 正弦波振荡电路**；**LC 正弦波振荡电路**；**石英晶体正弦波振荡电路**。

8.2.2 RC 正弦波振荡电路

常见的 RC 正弦波振荡电路是 **RC 串并联式正弦波振荡电路**，它又被称为**文氏桥正弦波振荡电路**。



串并联网络在此作为选频和反馈网络。它的电路图如图（1）所示：

它的起振条件为： $R_f > 2R_1$ 。它的振荡频率为： $f_o = \frac{1}{2\pi RC}$

它主要用于低频振荡。要想产生更高频率的正弦信号，一般采用 LC 正弦波振荡电路。

它的振荡频率为： $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。石英振荡器的特点是其振荡频率特别稳定，它常用于振荡频率高度稳定的场合。