



RC 正弦波振荡电路

主讲教师：刘玉英





*RC*正弦波振荡电路

主要内容：

正弦波振荡电路的组成；工作原理。

重点难点：

***RC* 正弦波振荡电路的工作原理；起振以及稳幅振荡的条件。**





***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值的正弦信号。

它的频率范围很广，可以从一赫以下到几百兆以上；输出功率可以从几毫瓦到几十千瓦；输出的交流电能是从电源的直流电能转换而来的。

应用：无线电通讯、广播电视，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。





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值的正弦信号。

正弦波振荡器一般分为三种

- LC 振荡器
- 石英晶体振荡器
- RC 振荡器

RC 正弦波振荡器的选频网络由 R 、 C 元件组成。其工作频率较低，一般为10~100KHz，输出功率较小，常用于低频电子线路。

常用的 RC 振荡电路有文氏桥式、移相式和双T式。



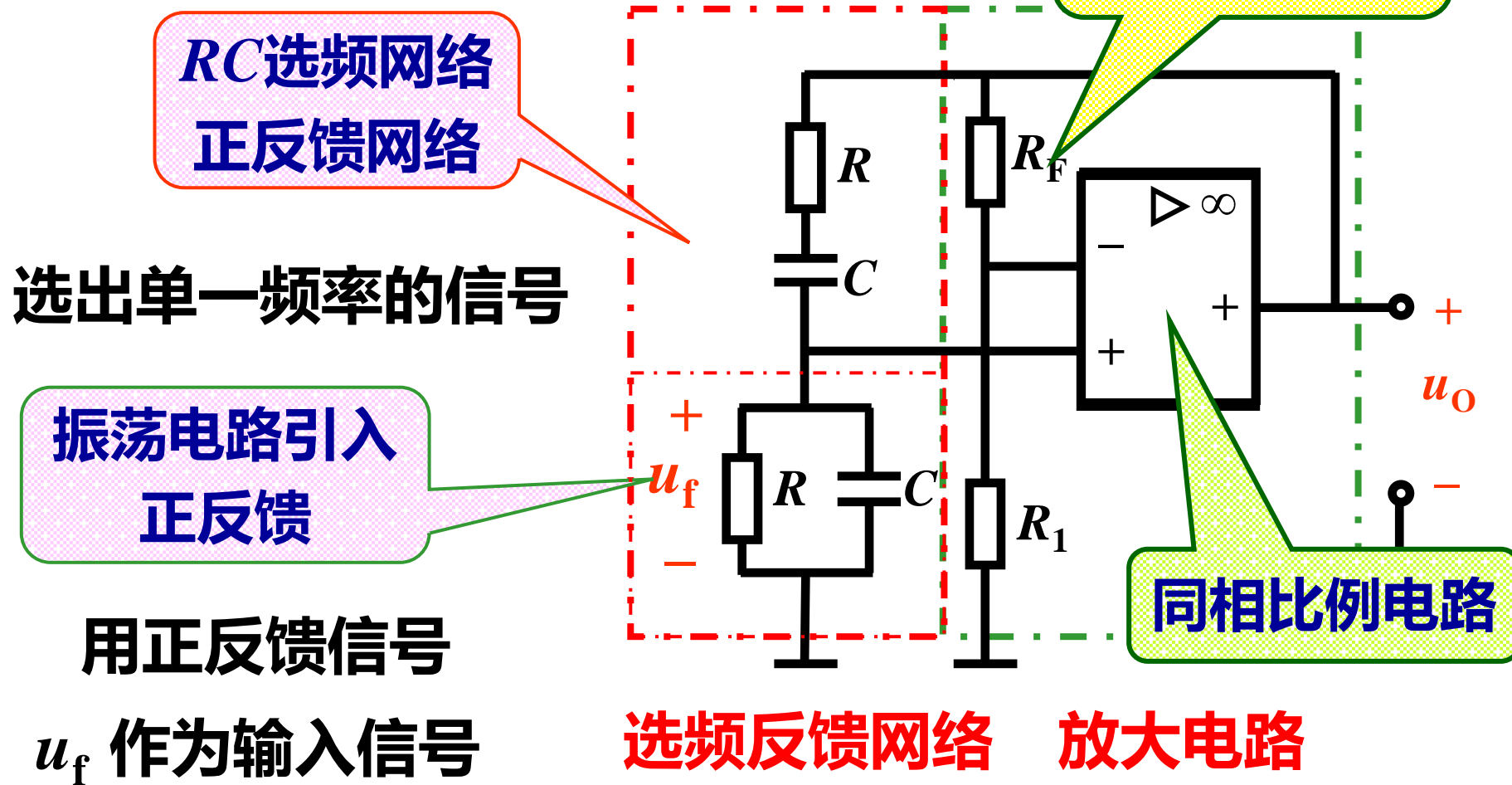


自激振荡电路的组成

- (1) **放大电路:** 放大信号
- (2) **反馈网络:** 必须是正反馈，反馈信号即是放大电路的输入信号
- (3) **选频网络:** 保证输出是单一频率的正弦波也就是让电路只在某一特定频率下满足自激振荡条件
- (4) **稳幅环节:** 使电路能从 $|A_u F| > 1$ ，过渡到 $|A_u F| = 1$ ，从而达到稳幅振荡。



1. 电路结构



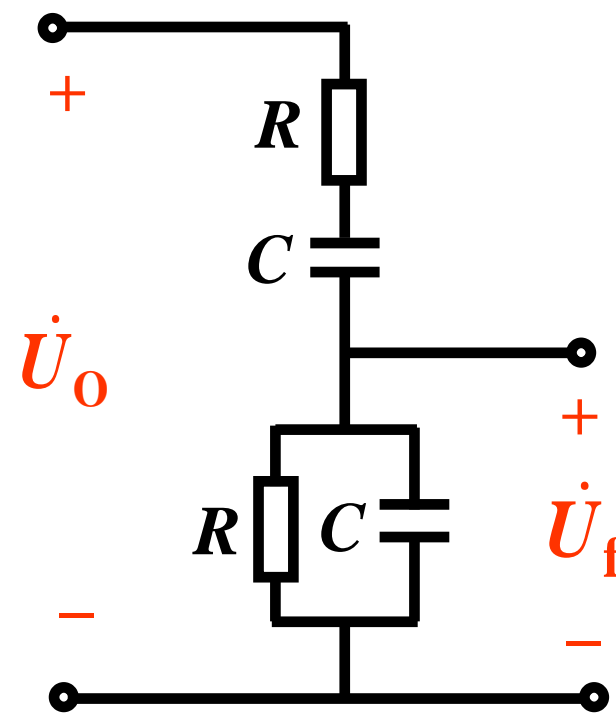


2. 选频网络的选频特性

若电路产生自激振荡，要求 $|AF| = 1$ ， u_o 与 u_f 同相（正反馈）。

$$F = \frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o} = \frac{R // \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C} + R // \frac{1}{j\omega C}}$$

$$= \frac{1}{3 + j\left(\frac{R^2 - X_C^2}{RX_C}\right)}$$



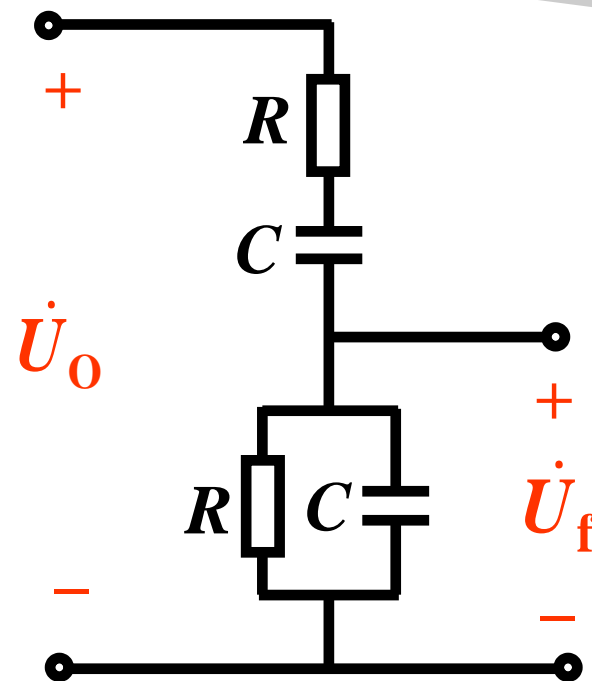
2. 选频网络的选频特性

$$F = \frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o} = \frac{1}{3 + j\left(\frac{R^2 - X_C^2}{RX_C}\right)}$$

欲使 \dot{U}_f 和 \dot{U}_o 同相，令上式虚部为零

即 $R = X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ 时 满足自激振荡条件

振荡频率为: $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 在 $f = f_0$ 时, $F = 1/3$ 达到最大值。

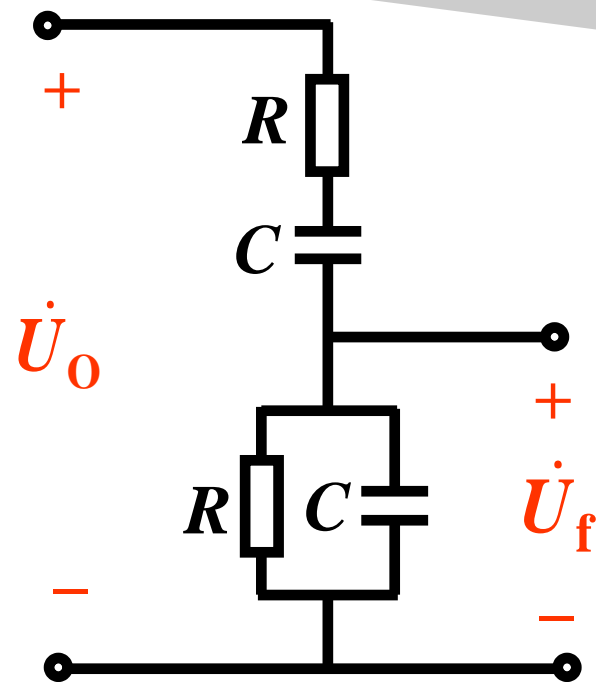




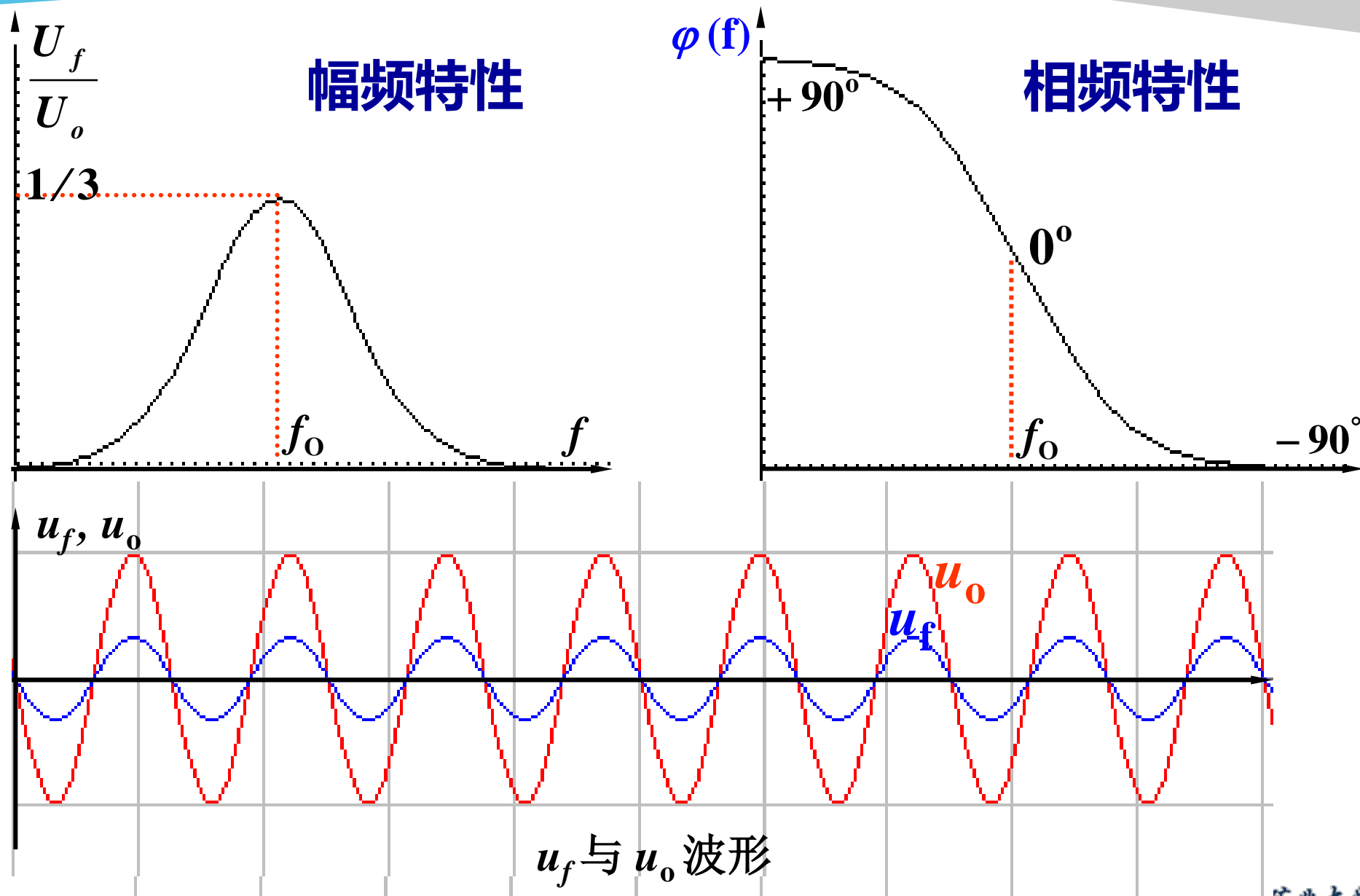
2. 选频网络的选频特性

$$F = \frac{\dot{U}_f}{\dot{U}_o} = \frac{1}{3 + j\left(\frac{R^2 - X_C^2}{RX_C}\right)}$$

$$f = f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$



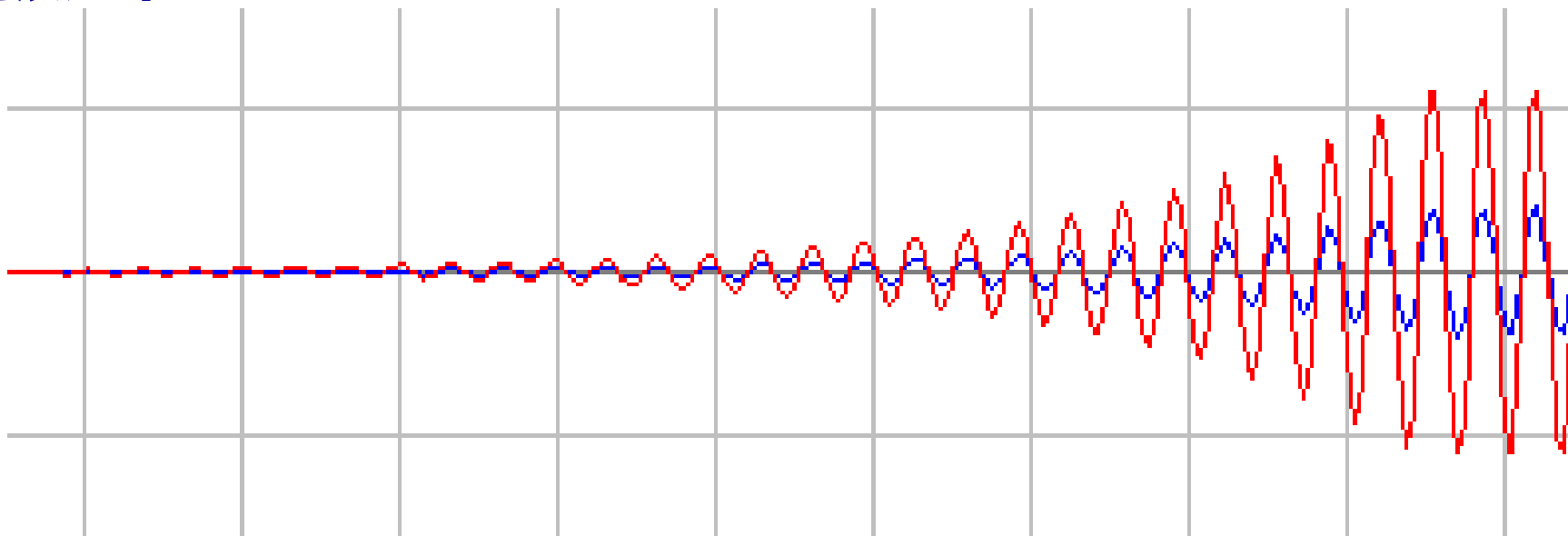
只有频率等于振荡频率的信号才能使 u_f 与 u_o 同相，且在电路中形成正反馈，使电路产生自激振荡，所以该网络具有选频特性。改变 R 、 C 可改变振荡频率，使电路产生不同频率的正弦波信号。



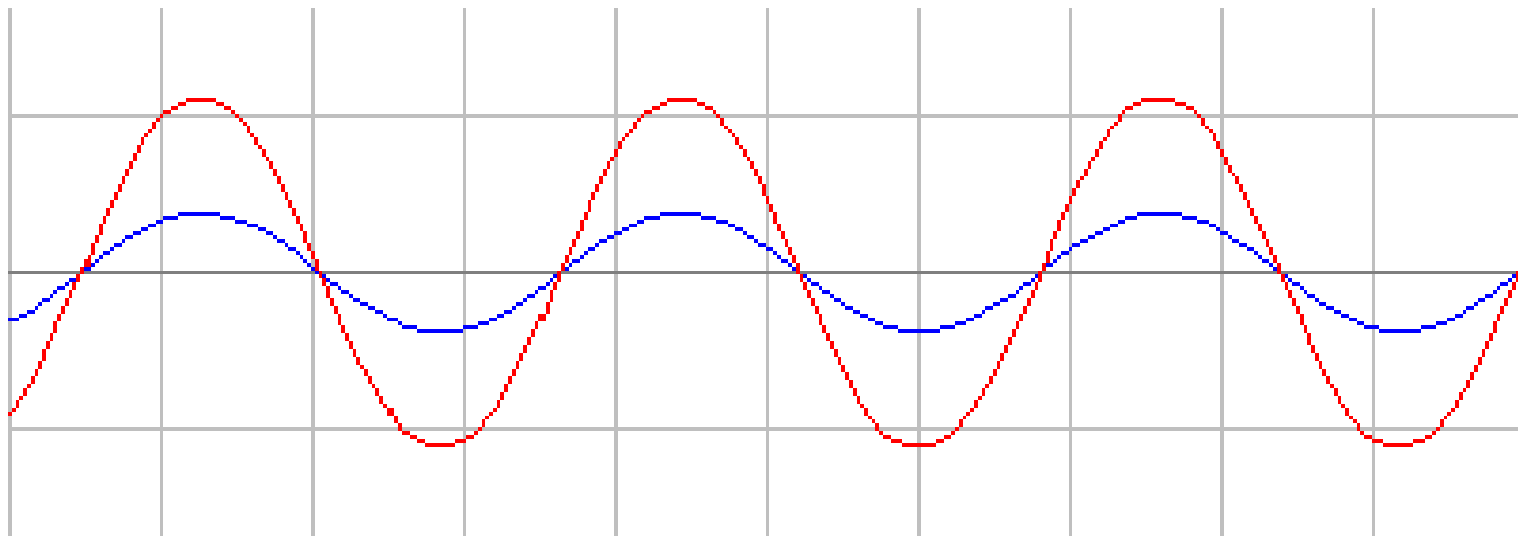
3. 工作原理

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



(2) 稳定振荡



(3) 振荡频率

振荡频率由相位平衡条件决定。

振荡频率 $f_0 = 1/2\pi RC$

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。

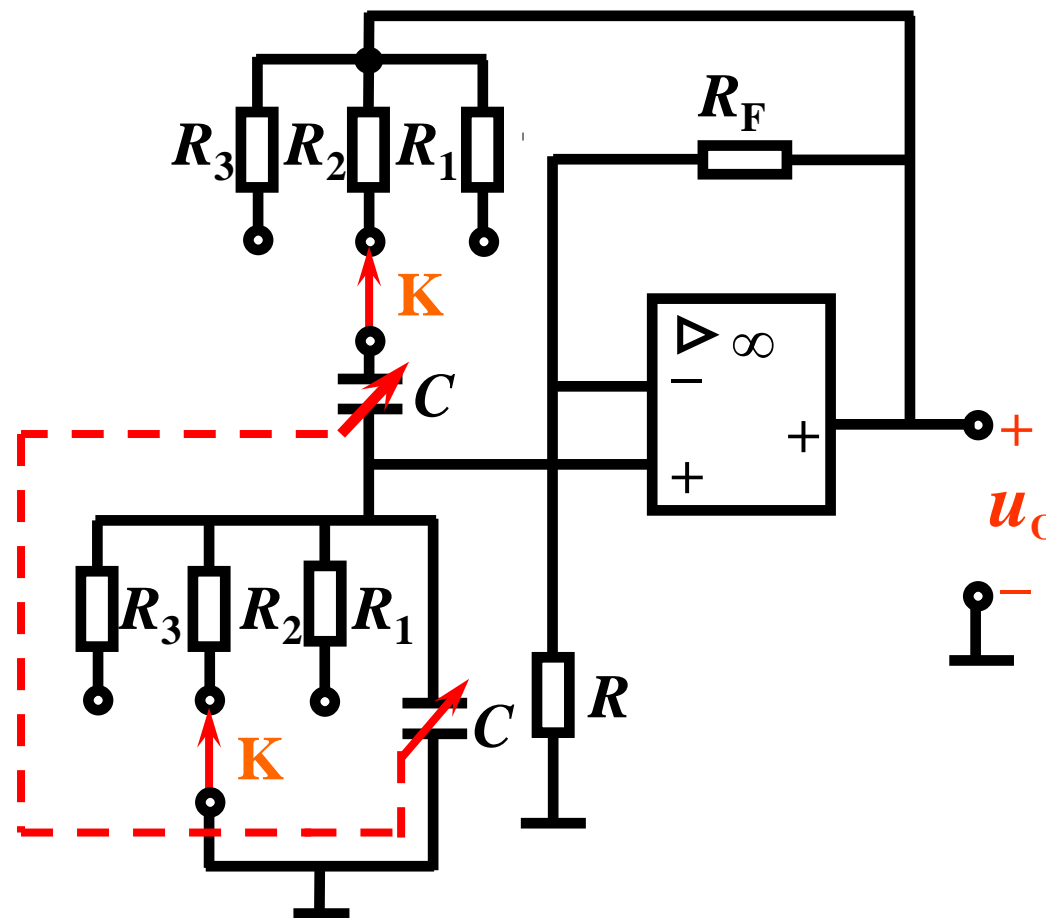
振荡频率的调整

振荡频率

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

改变开关 K 的位置可
改变选频网络的电阻，实
现频率粗调；

改变电容 C 的大小可
实现频率的细调。





(4) 起振及稳定振荡的条件

起振条件 $|A_u F| > 1$, 因为 $|F| = 1/3$, 则

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

考虑到起振条件 $|A_u F| > 1$, 一般应选取 R_F 略大 $2R_1$ 。

稳定振荡条件 $|A_u F| = 1$, $|F| = 1/3$, 则

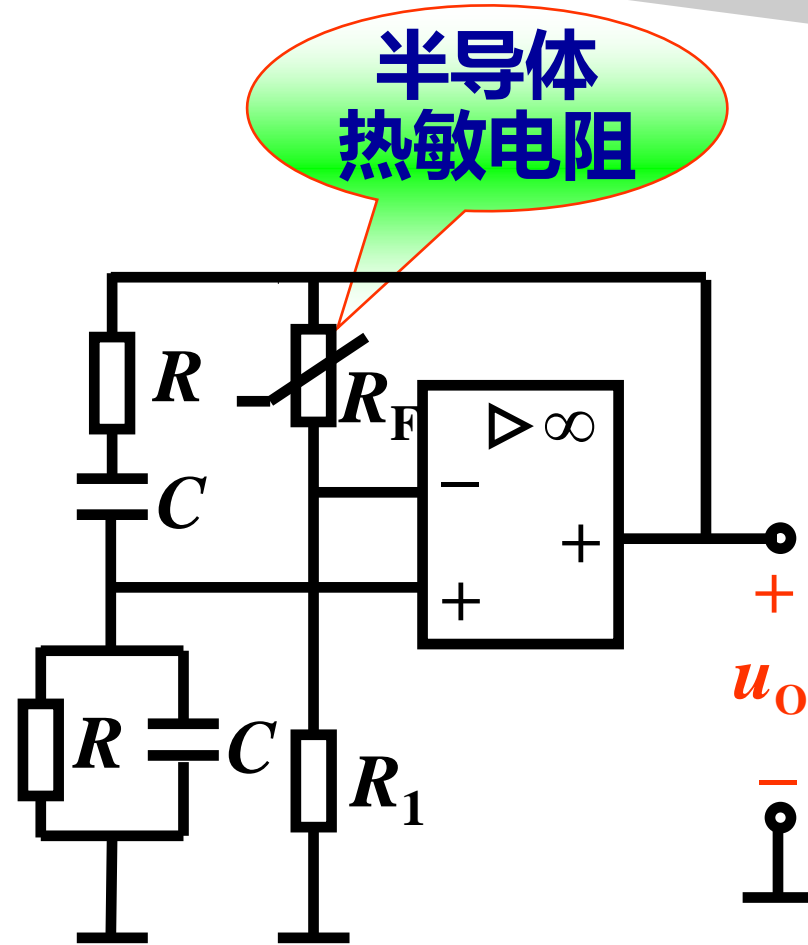
$$A_u = 1 + \frac{R_F}{R_1} = 3 \quad R_F = 2R_1$$



4. 稳幅电路

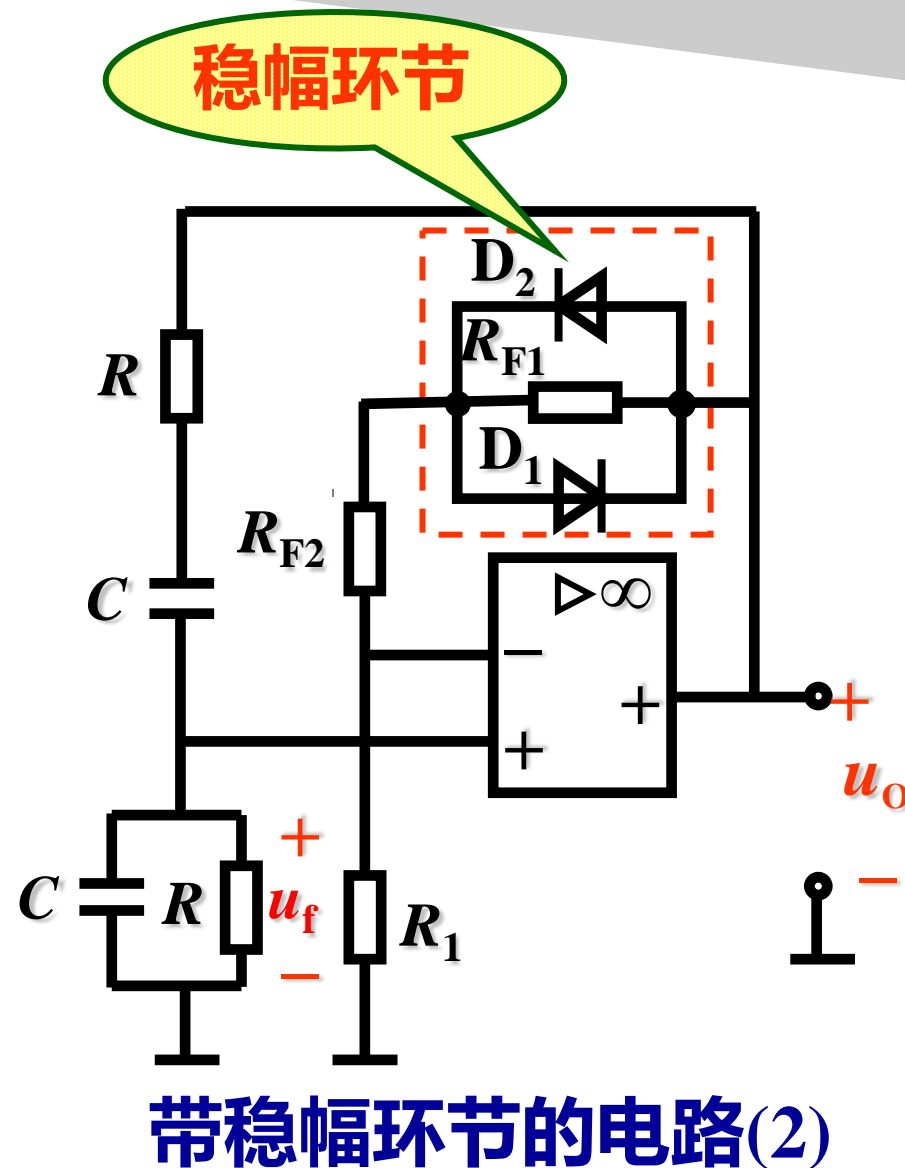
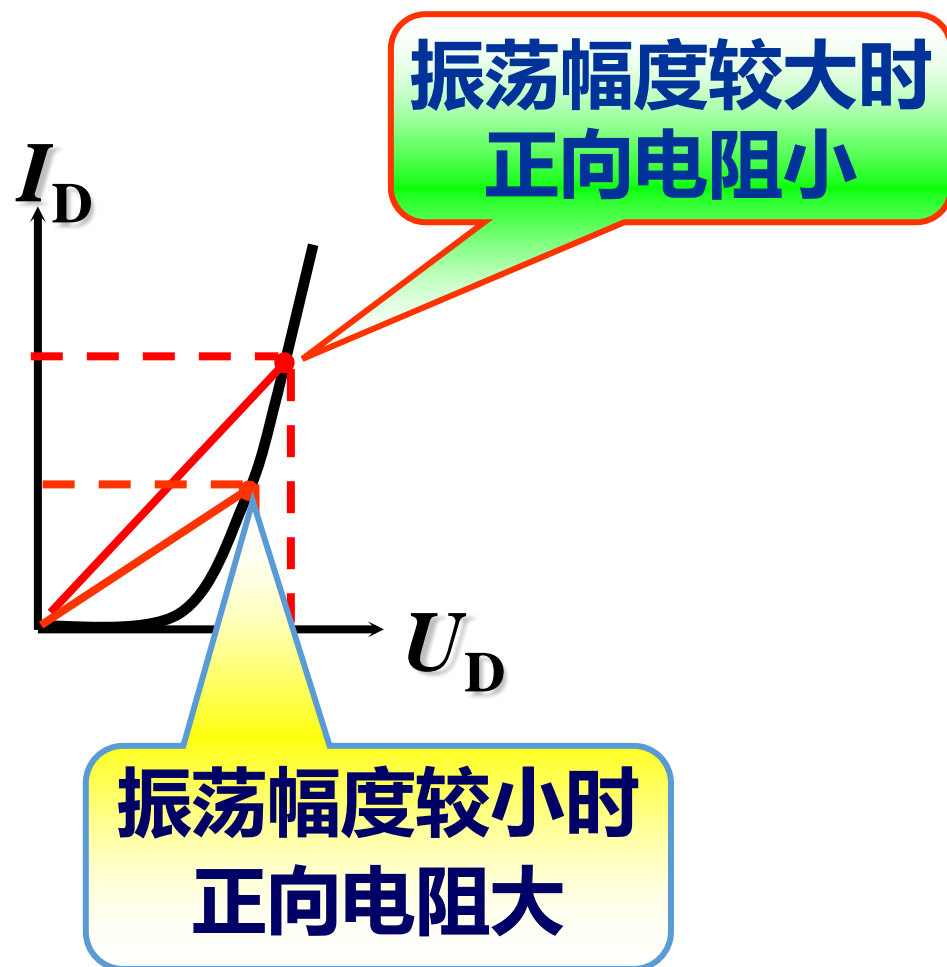
在起振时，由于 u_O 很小，流过 R_F 的电流也很小，于是发热少，阻值高，使 $R_F > 2R_1$ ；即。随着振荡幅度的不断加强， u_O 增大，流过 R_F 的电流也增大， R_F 受热而降低其阻值，使得 A_u 下降，直到 $R_F = 2R_1$ 时，稳定于 $|A_u F| = 1$ ，振荡稳定。

稳幅过程： $u_O \uparrow \rightarrow t \uparrow \rightarrow R_F \downarrow \rightarrow A_u \downarrow$



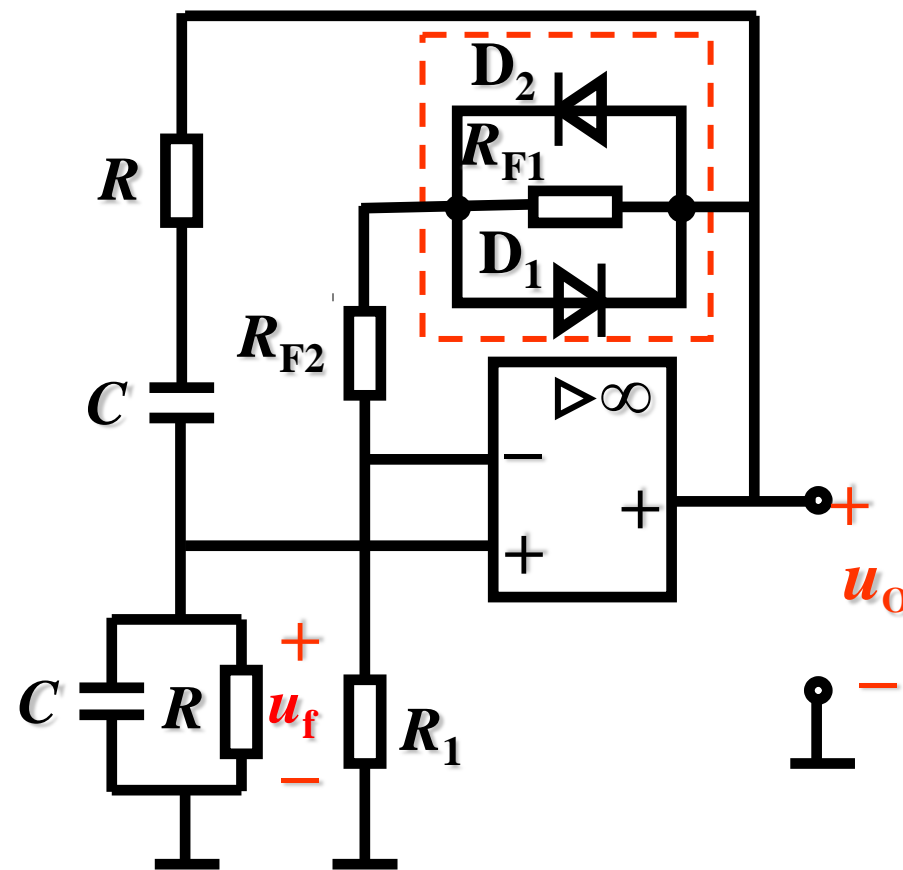
带稳幅环节的电路(1)

4. 稳幅电路



4. 稳幅电路

图示电路中， 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，正向二极管近于开路此时， $R_F > 2R_1$ 。而后，随着振荡幅度的增大，正向二极管导通，其正向电阻逐渐减小，直到 $R_F = 2R_1$ ，振荡稳定。



带稳幅环节的电路(2)

小 结

1. 电路结构

2. 稳幅振荡条件 $|A_u F| = 1$

(取 $R_F = 2R_1$)

起振条件 $|A_u F| > 1$,

(取 R_F 略大 $2R_1$)

3. 工作原理

