

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！



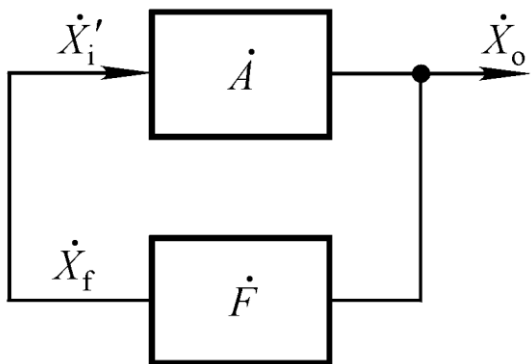
Part 17 正弦波振荡电路

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

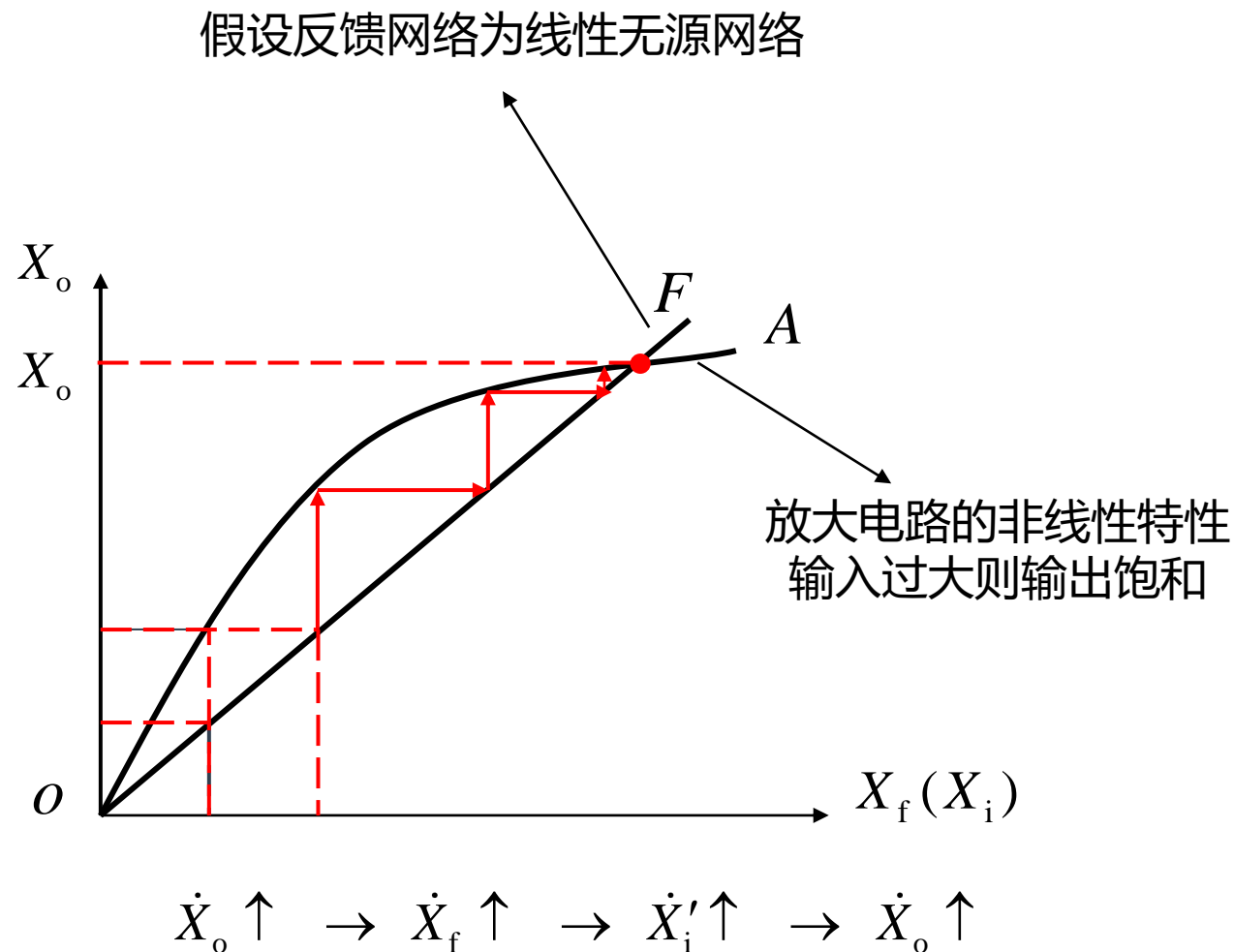
请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

正弦波振荡的概念和原理



无外部输入，正反馈
反馈量等于净输入量



思考：正弦波振荡电路没有输入信号，那么其输出的来源是什么？初始信号从何而来？

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

正弦波振荡电路

○ 正弦波振荡电路的振荡条件

存在着某一特定频率 f_0 ：

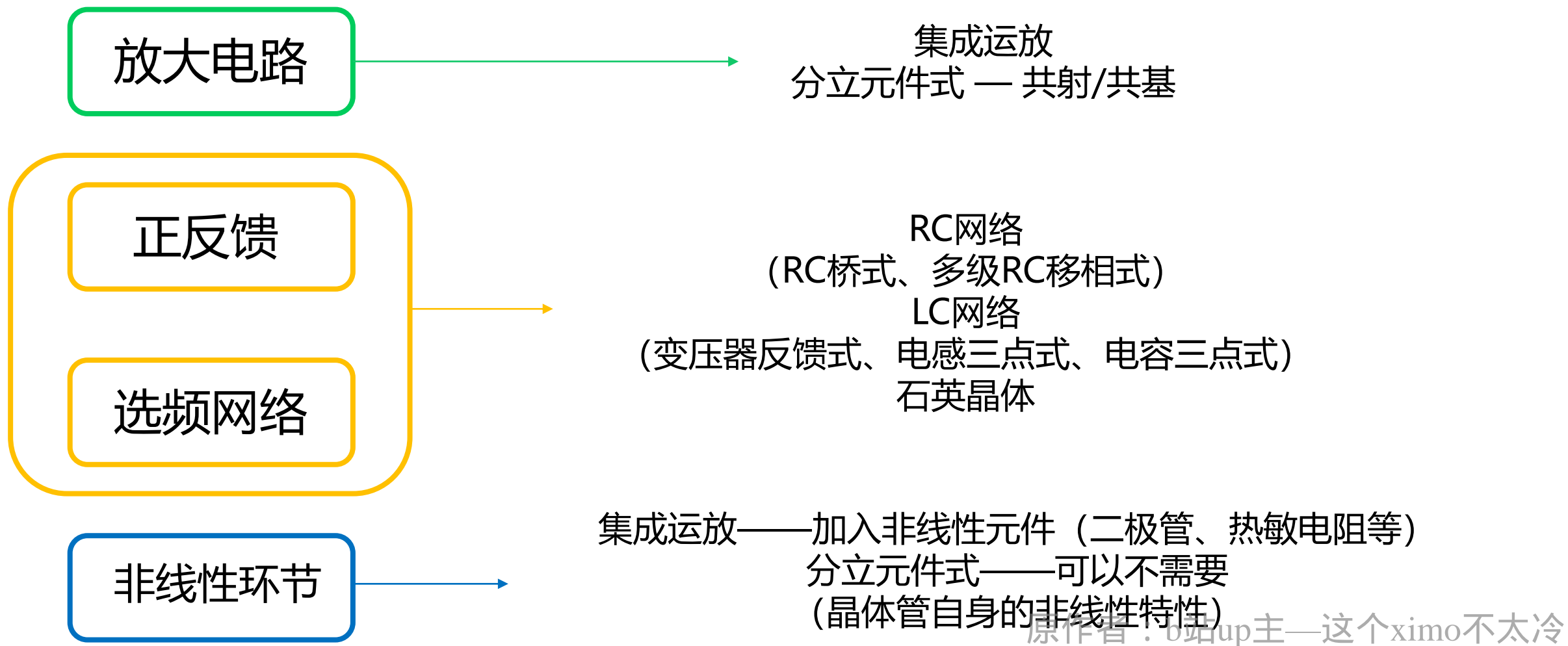
$$\dot{A}\dot{F} = 1 \Rightarrow \begin{cases} |\dot{A}\dot{F}| = 1 & \text{幅值平衡条件 (最终稳态时的关系)} \\ \varphi_A + \varphi_F = 2n\pi & \text{相位平衡条件} \end{cases}$$

起振条件： $|\dot{A}\dot{F}| > 1$

思考：正弦波振荡电路的振荡条件与第五章中负反馈放大电路的自激振荡的振荡条件有什么区别和联系？

正弦波振荡电路

○ 正弦波振荡电路的组成部分



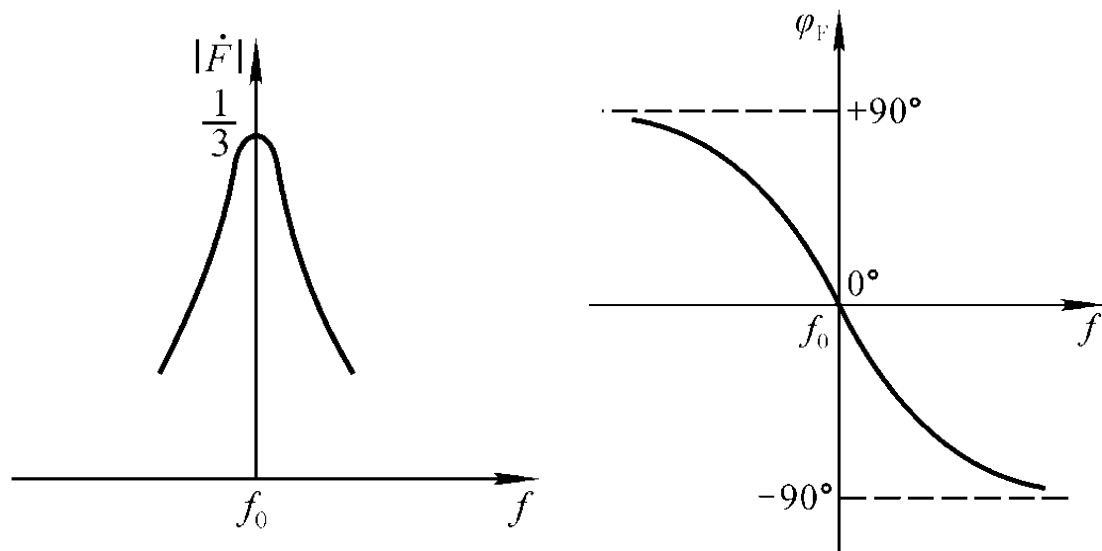
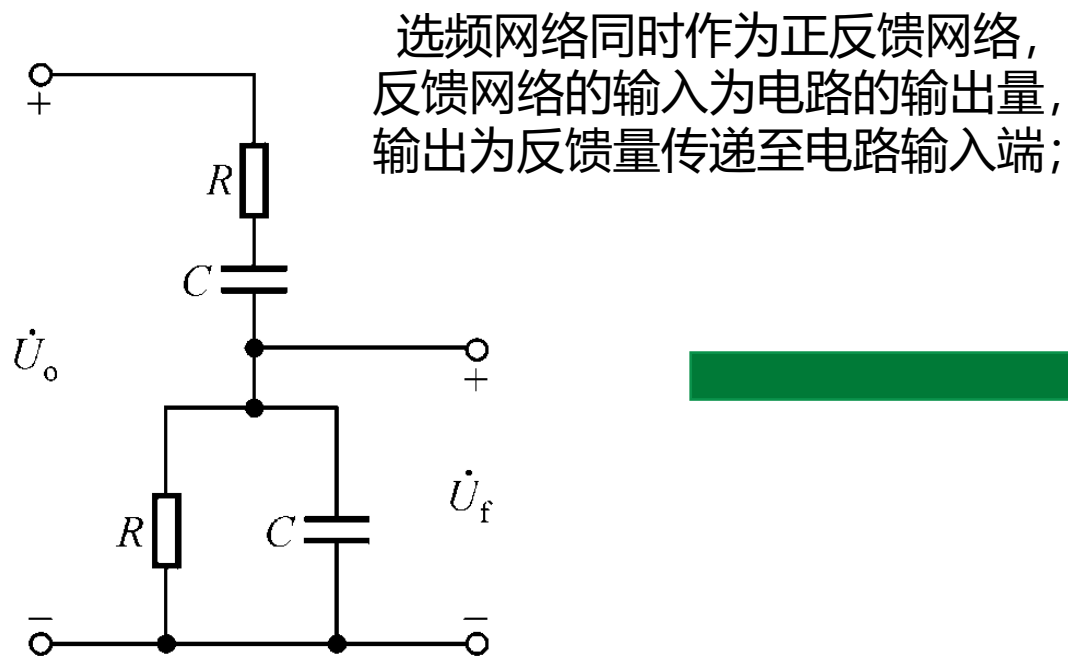
正弦波振荡电路

思考：

若要使 RC 桥式正弦波振荡电路正常工作，
放大电路的增益要满足什么条件？

RC 桥式正弦波振荡电路

RC 桥式正弦波振荡电路即采用 RC 网络作为选频网络，最常使用的是文氏桥选频网络，
也称 RC 串并联选频网络；



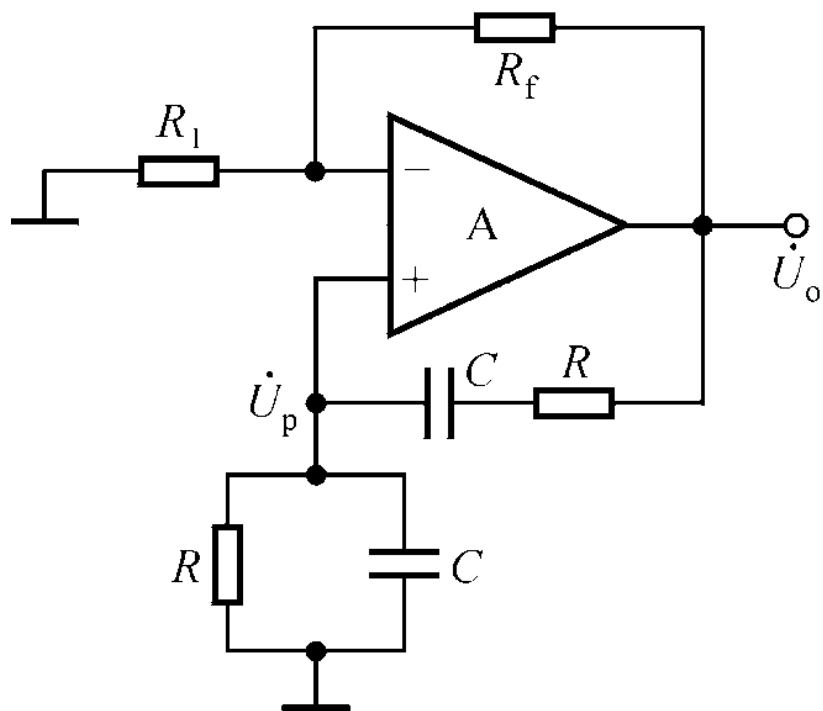
$|F|$ 在 $f = f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$ 处幅值最大，为 $\frac{1}{3}$

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

典型 RC 桥式正弦波振荡电路



根据同相比例运算器的电压放大公式，
为了保证增益不小于 3，反馈电阻的阻值应满足：

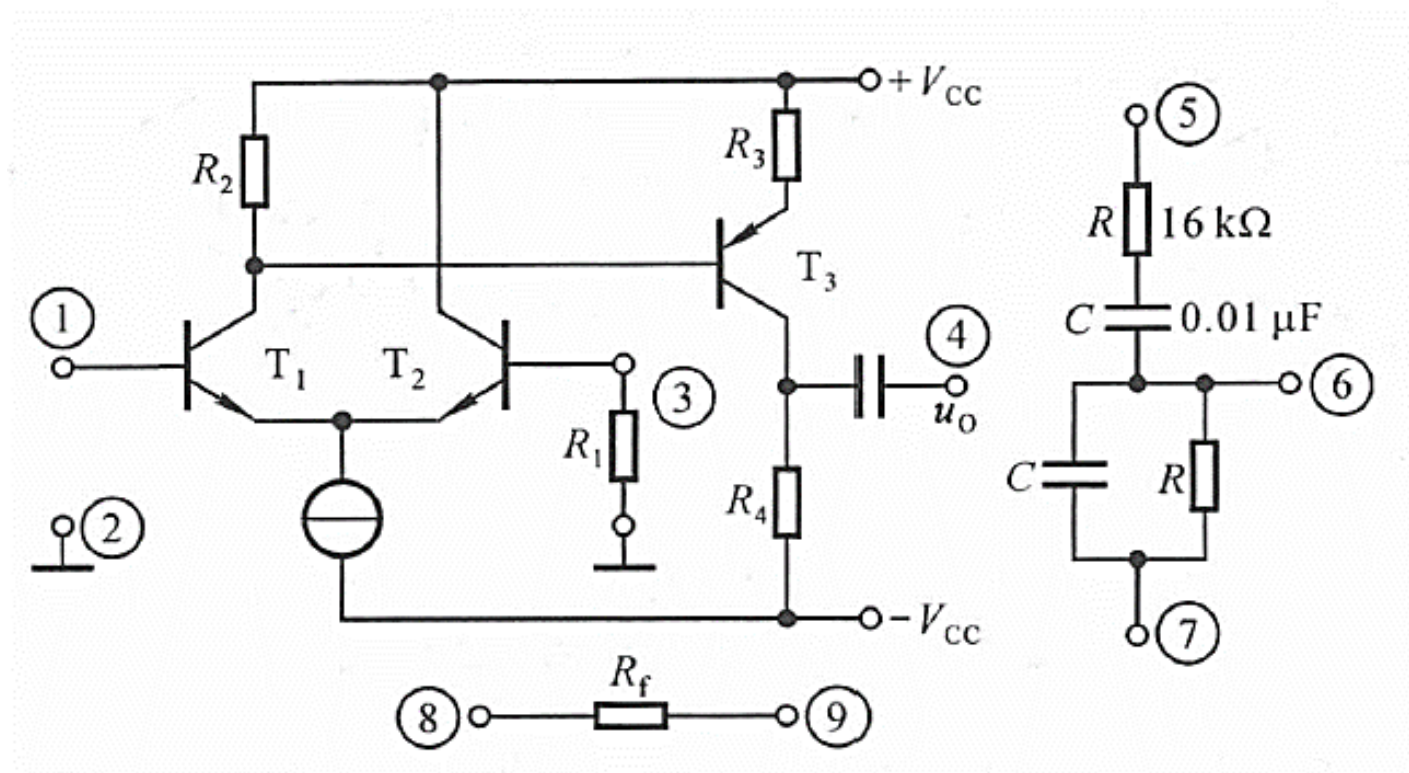
$$1 + \frac{R_f}{R_1} \geq 3 \Leftrightarrow R_f \geq 2R_1$$

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

例 1

试将下图所示电路合理连线，组成 RC 桥式正弦波振荡电路。



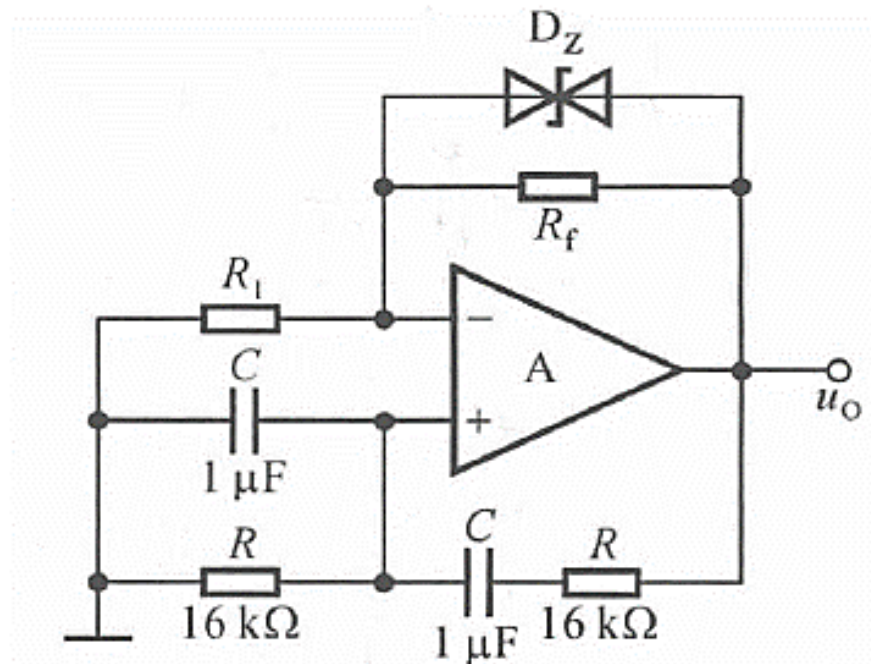
原作者：b站up主—这个ximo不太冷

正弦波振荡电路

例 2

电路如图所示，稳压管 D_Z 起稳幅作用，其稳定电压 $\pm U_Z = \pm 6V$ ；试计算：

- (1) 输出电压不失真情况下的有效值；
- (2) 振荡频率。



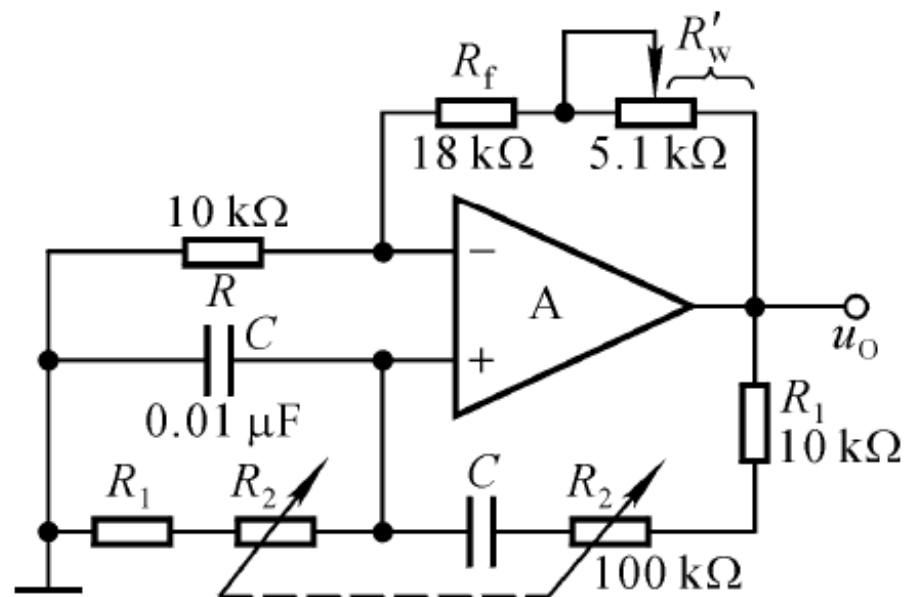
原作者：b站up主—这个ximo不太冷

正弦波振荡电路

例 3

某正弦波振荡电路如图所示，试求解：

- (1) R_w 的下限值；
- (2) 振荡频率的调节范围。

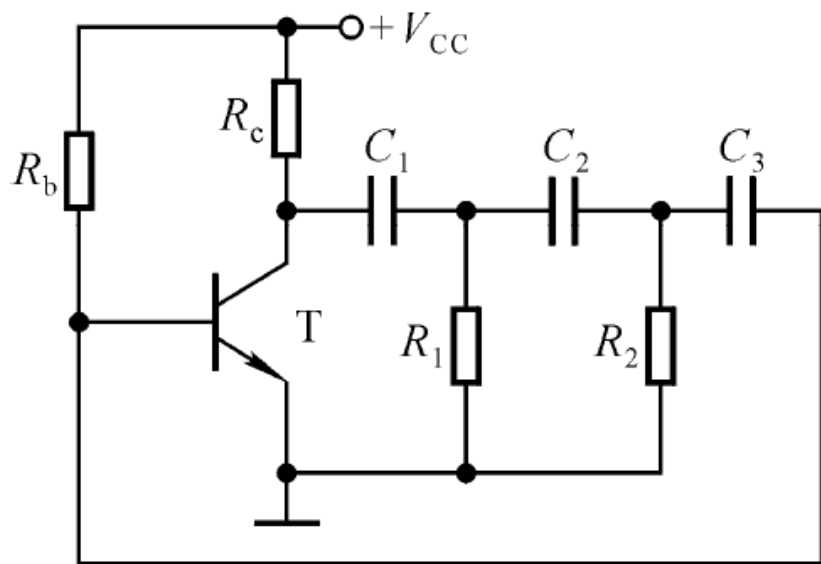


正弦波振荡电路

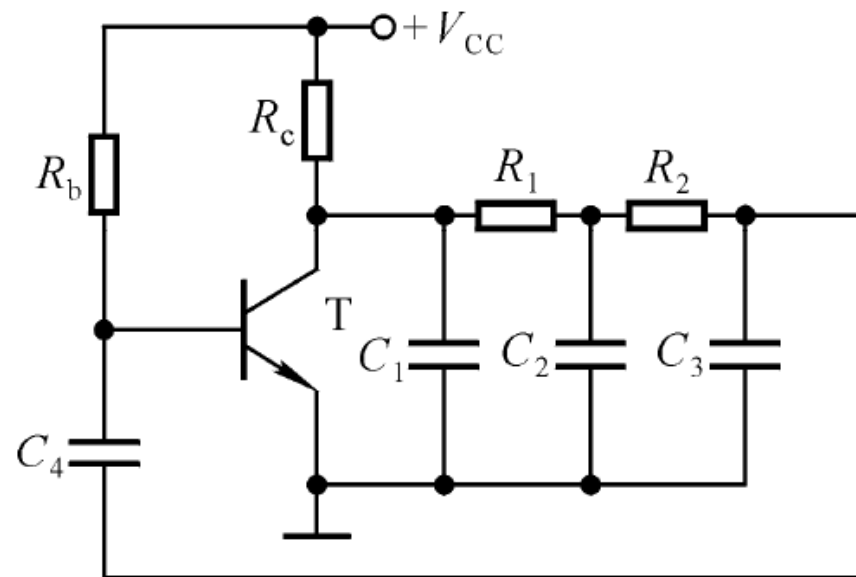
注意：

这里的 RC 网络是负反馈网络（共射）
因此判断振荡的相位条件时
遵循的是负反馈自激振荡的相位条件
即附加相移为 $\pm 180^\circ$ ！

RC 移相式正弦波振荡电路



3 个高通电容
附加相移 $270^\circ \sim 0$

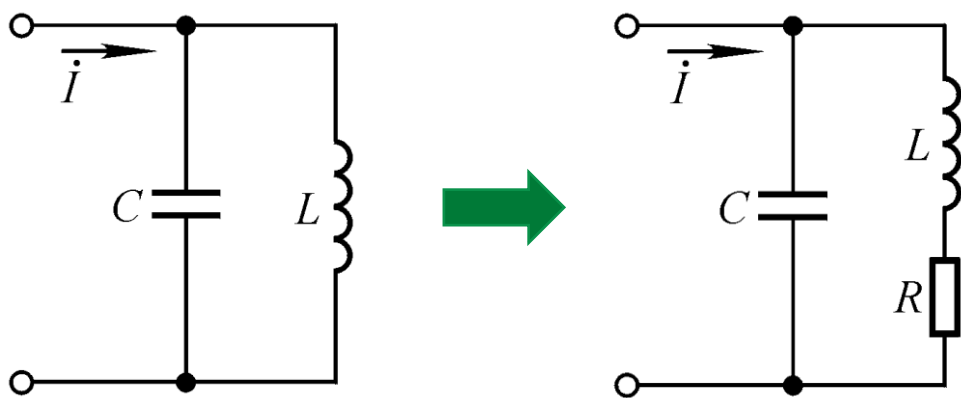


3 个低通电容，1 个高通电容
附加相移 $90^\circ \sim -270^\circ$

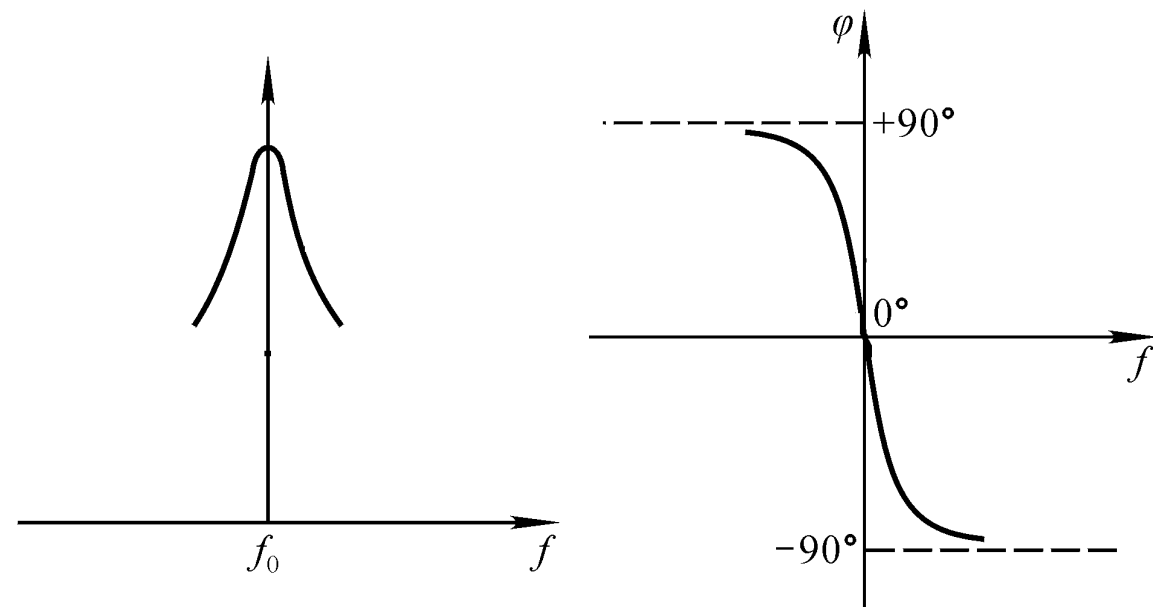
正弦波振荡电路

LC 正弦波振荡电路

LC 正弦波振荡电路即采用 LC 网络作为选频网络，基本的原理是 LC 并联网络的谐振；
主要分为变压器反馈式、电感反馈式和电容反馈式；



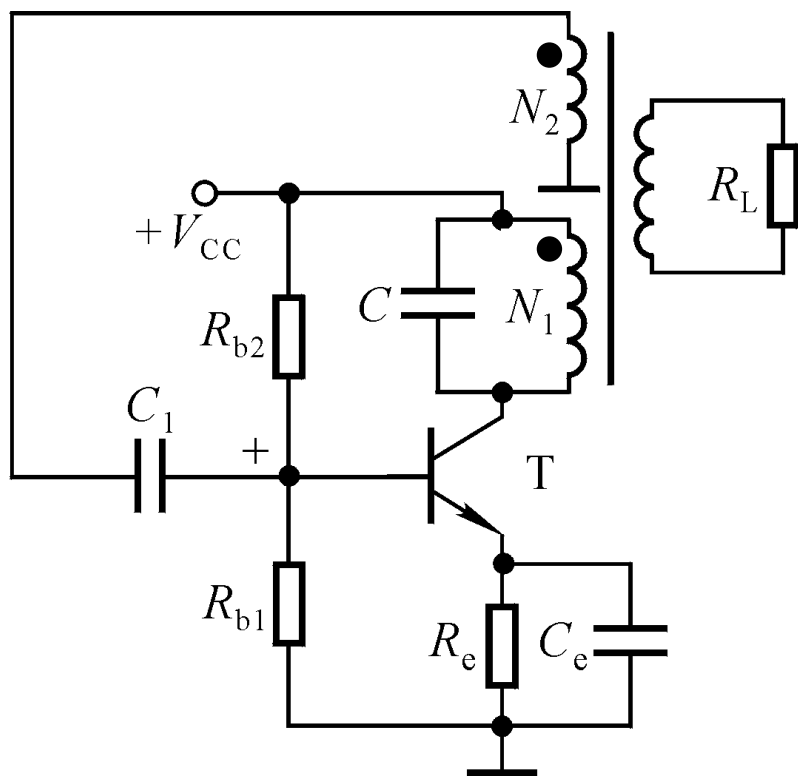
$$Q \approx \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



品质因数越大，谐振尖峰越陡，
对频率的选择性越好；

正弦波振荡电路

LC 正弦波振荡电路 —— 变压器反馈式



分析：

同名端极性？—— 是否构成正反馈？

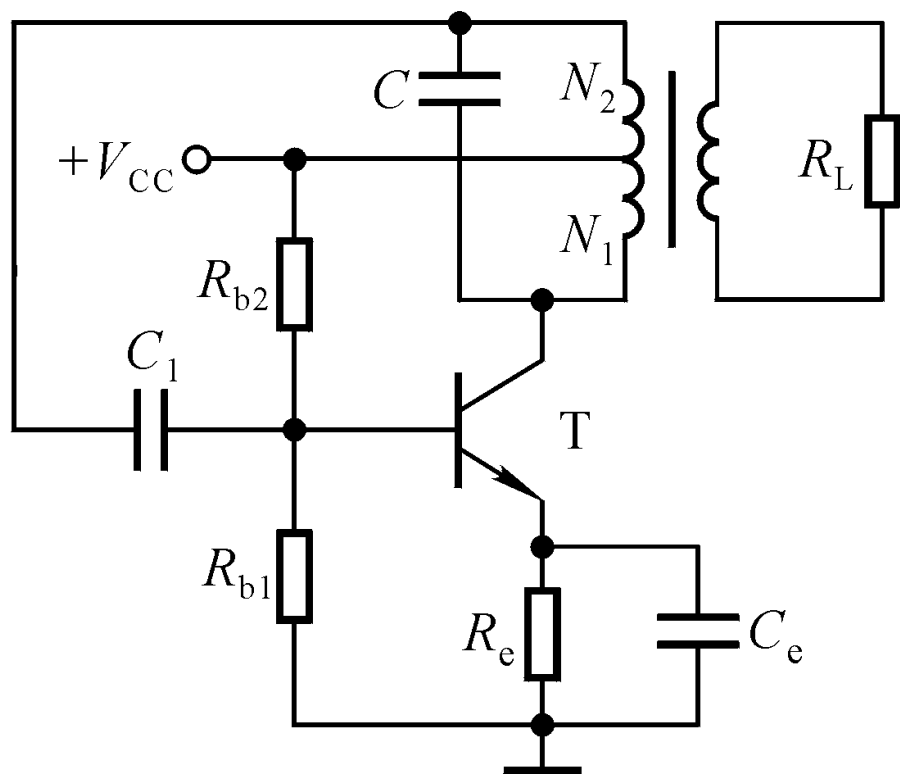
基极的隔直电容？—— 直流通路时静态工作点是否合适？

发射极的旁路电容？—— 交流通路是否能够正常放大，
具有足够高的电压放大倍数？

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

LC 正弦波振荡电路 —— 电感三点式



分析：

是否满足“射同余反”？—— 反馈网络结构是否正确？

反馈取自哪个线圈？是否构成正反馈？

基极的隔直电容？—— 直流通路时静态工作点是否合适？

发射极的旁路电容？—— 交流通路是否能够正常放大，具有足够高的电压放大倍数？

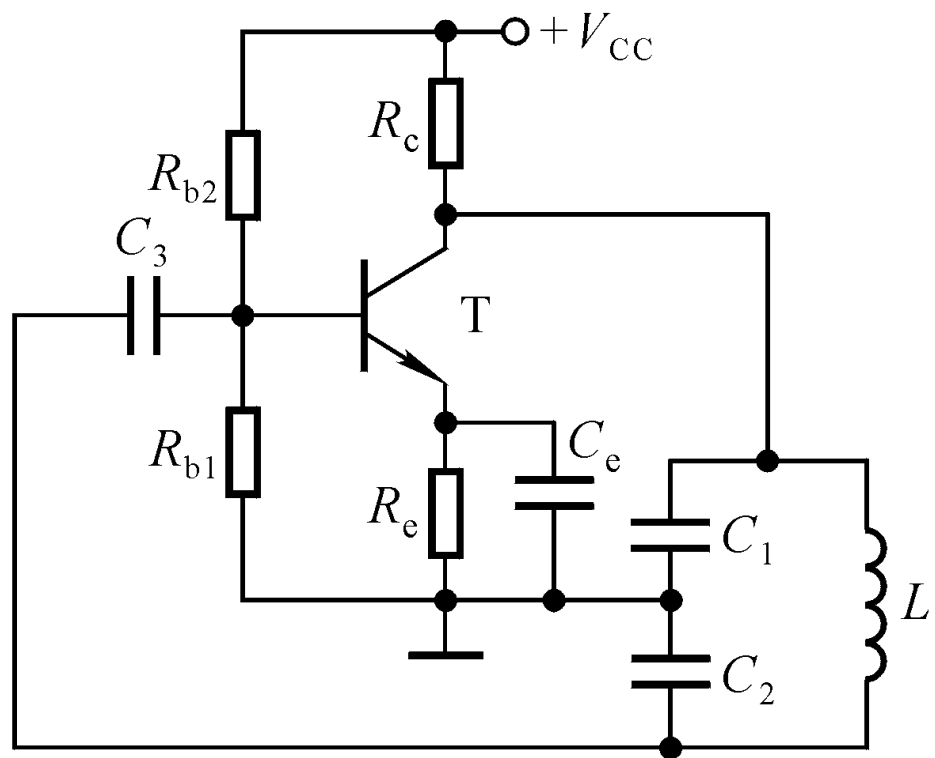
请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

思考：

放大电路一定是共射放大电路吗？
可以是共基放大电路吗？
可以是共集放大电路吗？

LC 正弦波振荡电路 —— 电容三点式



分析：

是否满足“射同余反”？—— 反馈网络结构是否正确？

反馈取自哪个电容？是否构成正反馈？

基极的隔直电容？—— 直流通路时静态工作点是否合适？

发射极的旁路电容？—— 交流通路是否能够正常放大，
具有足够高的电压放大倍数？

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

思考：

对于这一页给出的电路，一定需要隔直电容吗？

正弦波振荡电路

LC 正弦波振荡电路 —— 放大电路为共基放大电路

分析：

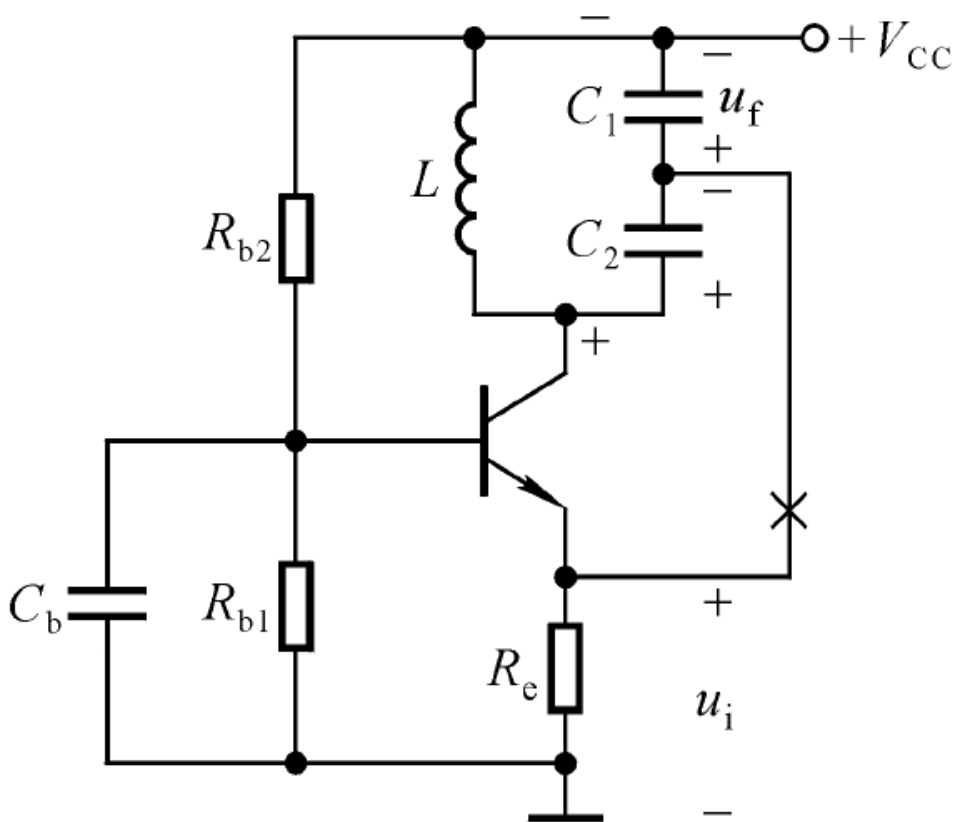
是否满足“射同余反”？—— 反馈网络结构是否正确？

反馈取自哪个电容？是否构成正反馈？
(注意共基电路输入输出的极性，c 与 e 同相)

静态工作点是否正确？

基极的旁路电容？—— 交流通路是否能够正常放大，
具有足够高的电压放大倍数？

原作者：b站up主——这个ximo不太冷



正弦波振荡电路

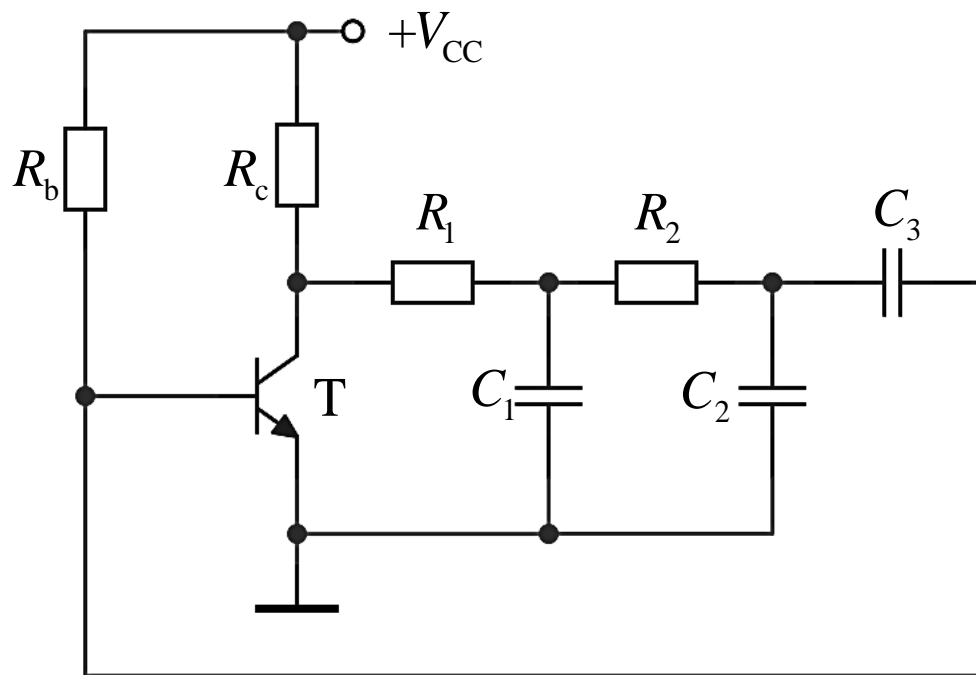
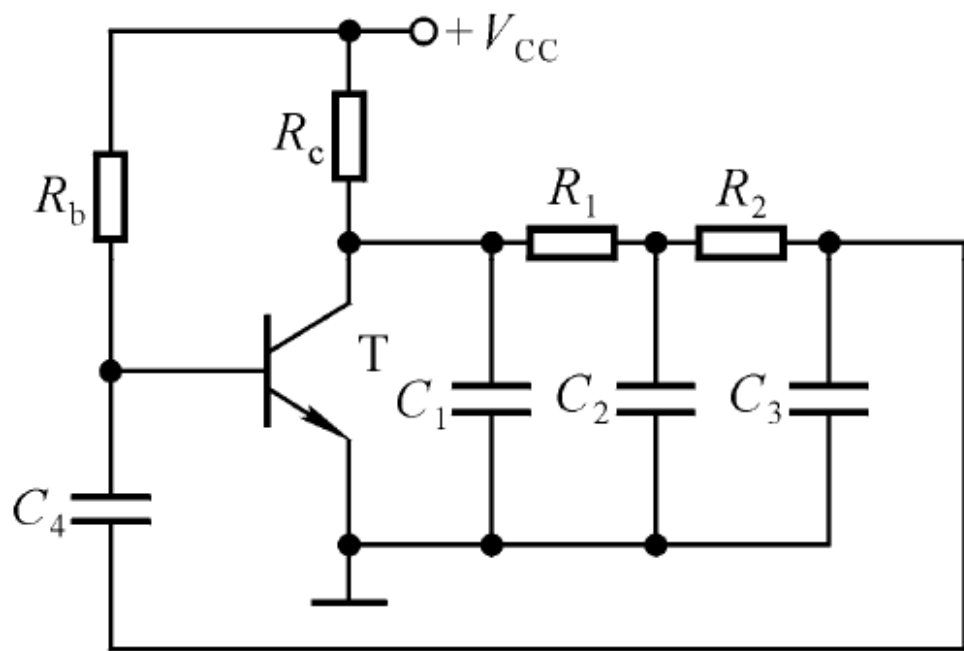
○ 小结 —— 判断能否产生正弦波振荡

- 多级RC移相式振荡电路：注意**同一性质**的电容的个数 ≥ 3 （附加相位绝对值大于 180° ）；
- 变压器反馈式振荡电路：注意同名端，反馈极性是否正确；
- 电感三点式和电容三点式振荡电路：电路结构要满足“射同余反”，要会看清电路结构；注意反馈取自哪个线圈或电容，反馈极性是否正确；
- 注意隔直电容与旁路电容：电路的静态工作点是否正确；交流通路是否具有电压放大能力；并不是一定需要有隔直电容，具体电路具体分析；
- 当放大电路为共基放大电路时，注意 c 与 e 的极性为同相，不要弄错反馈的极性；

正弦波振荡电路

例 4

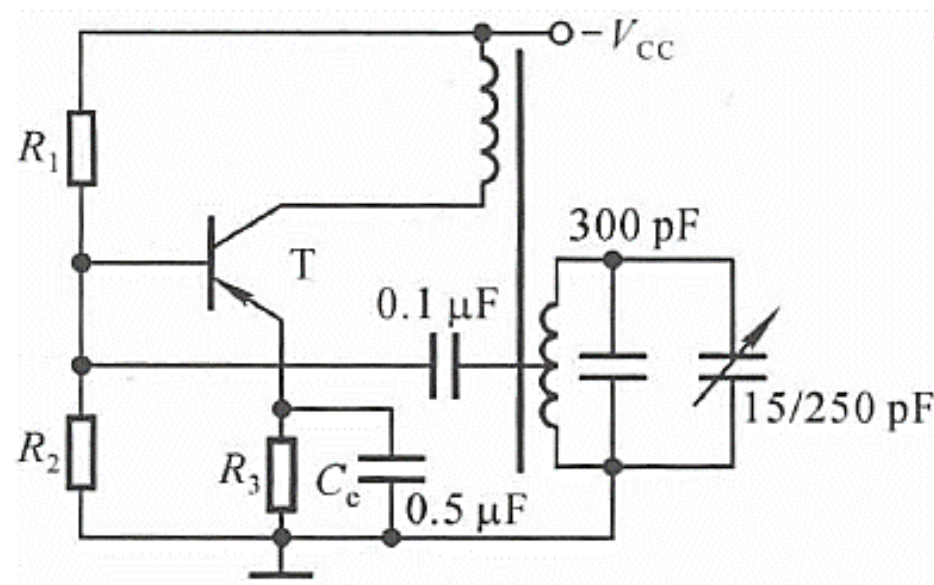
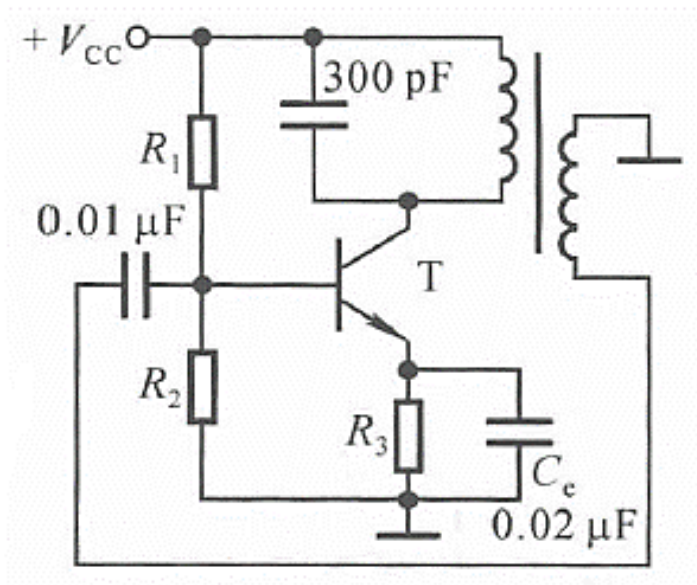
分析下面的电路能否自激振荡产生正弦波，简述理由；



正弦波振荡电路

例 5

为了使下面的电路能自激振荡产生正弦波，请标出各电路中变压器的同名端。

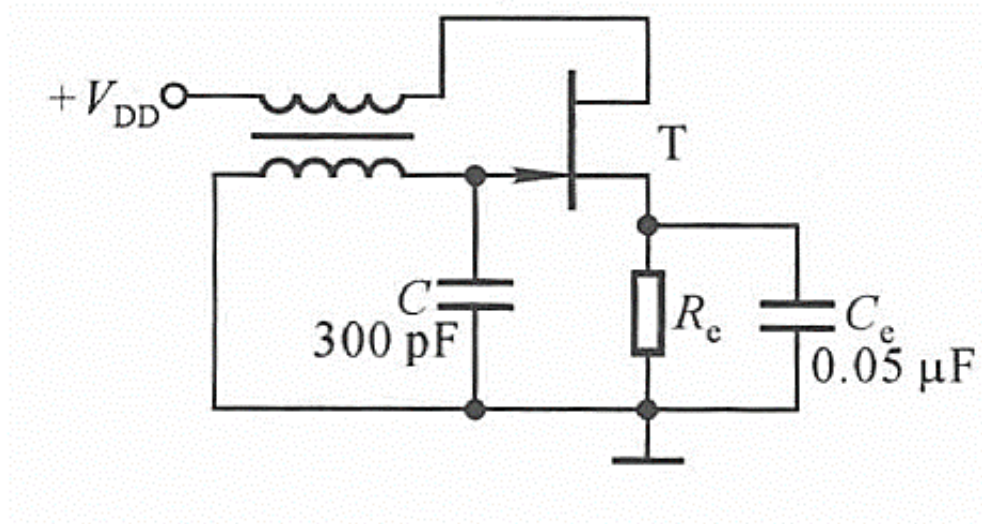
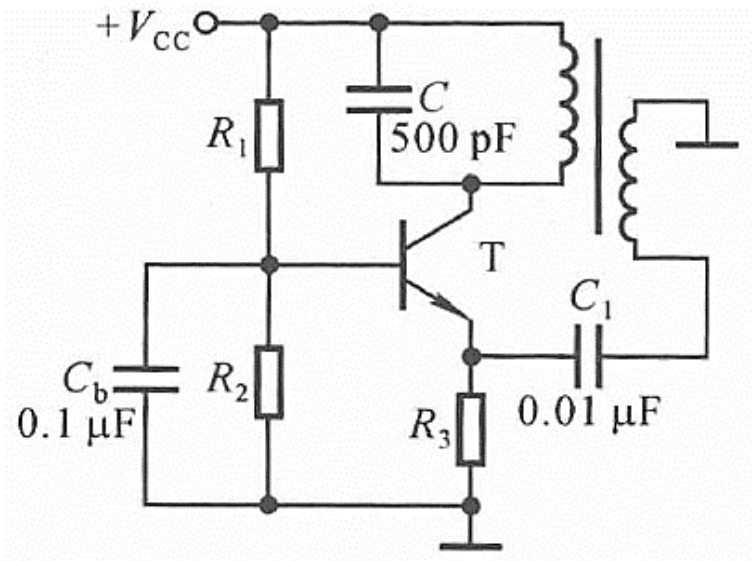


请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

例 5

为了使下面的电路能自激振荡产生正弦波，请标出各电路中变压器的同名端。

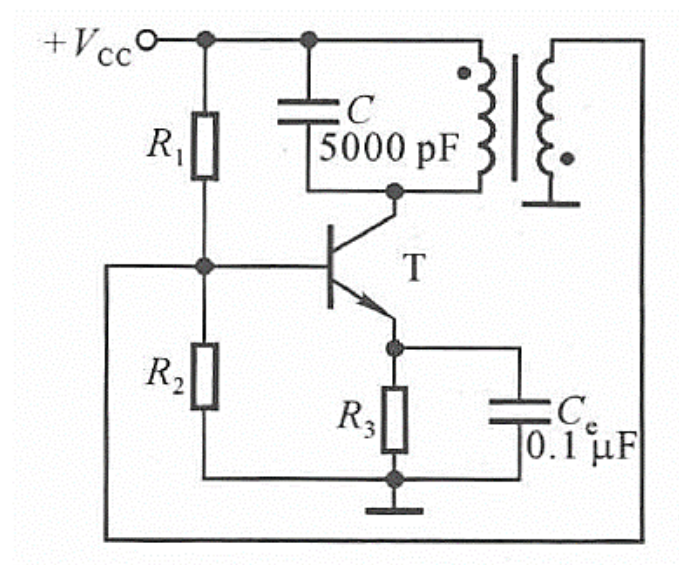
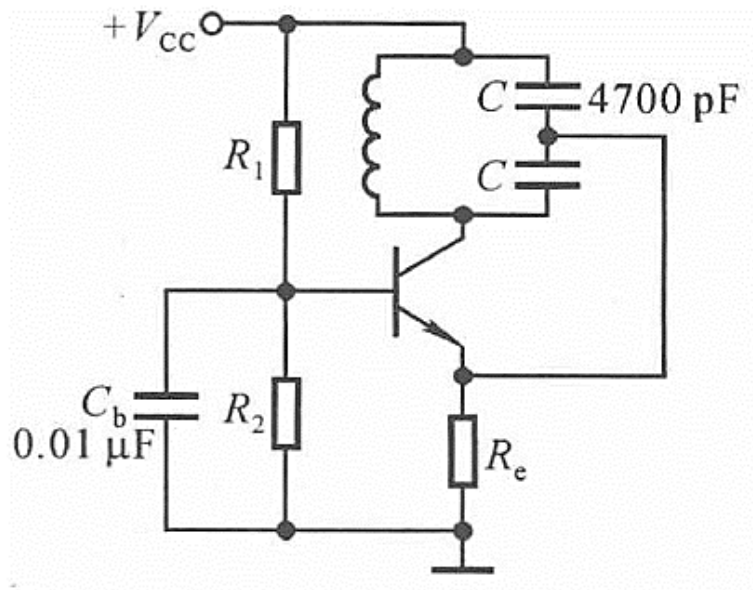
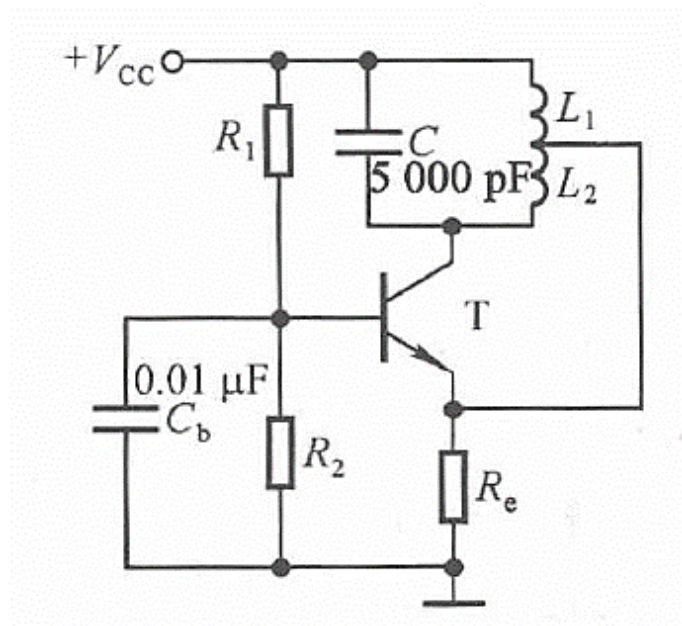


原作者：b站up主—这个ximo不太冷

正弦波振荡电路

例 6

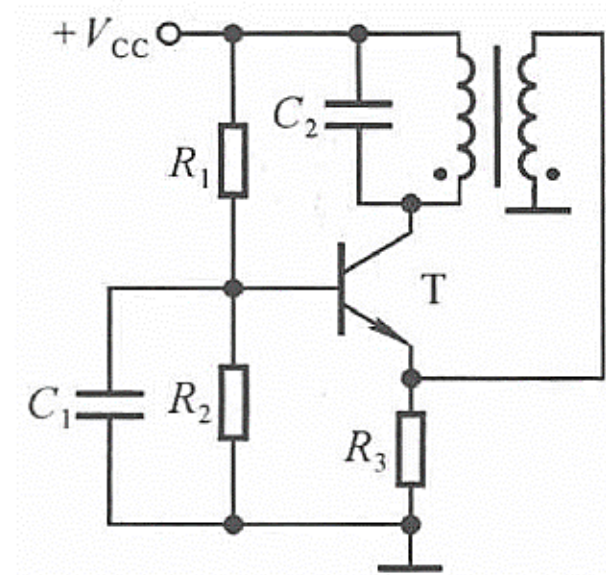
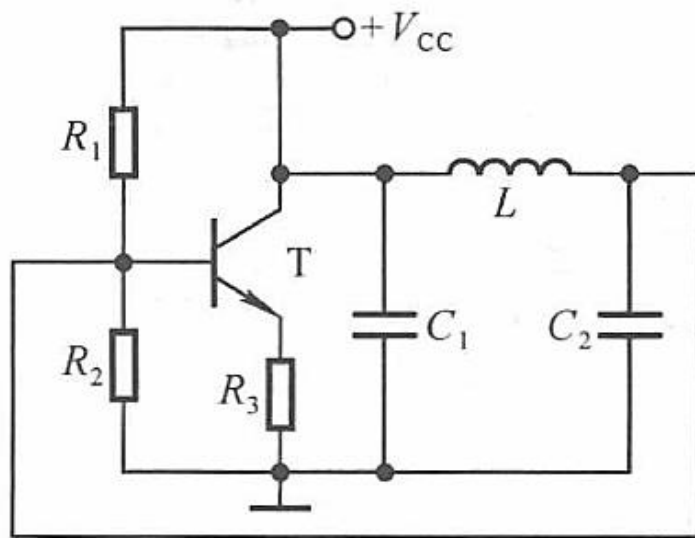
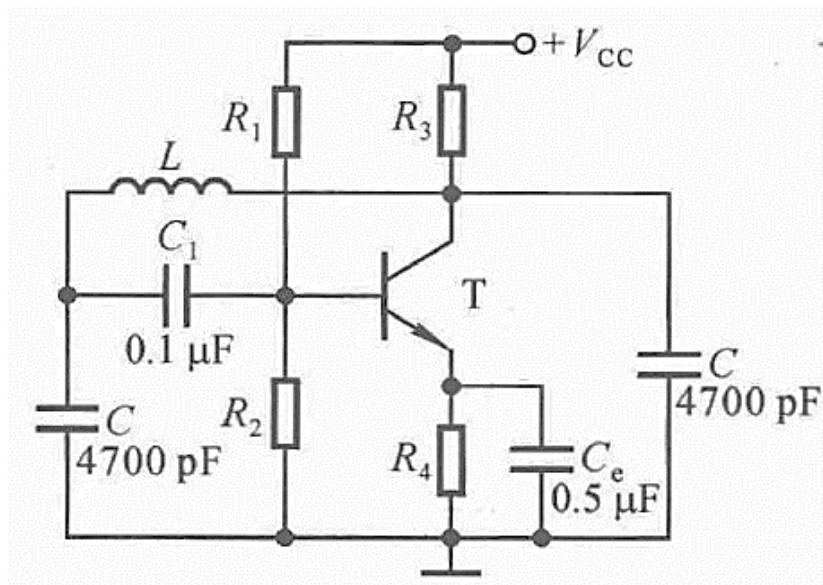
分析下面的电路能否自激振荡产生正弦波，若不能，改正图中的错误（不改变放大电路基本接法以及 LC 选频网络的结构形式）



正弦波振荡电路

例 6

分析下面的电路能否自激振荡产生正弦波，若不能，改正图中的错误（不改变放大电路基本接法以及 LC 选频网络的结构形式）



请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

正弦波振荡电路

小结

- 对定量计算的要求 —— RC 桥式（文氏桥）正弦波振荡电路；
- 对定性分析的要求 —— 判断能否产生正弦波振荡；
(判断并给出理由/改错/标注同名端或极性)