

第四章实验

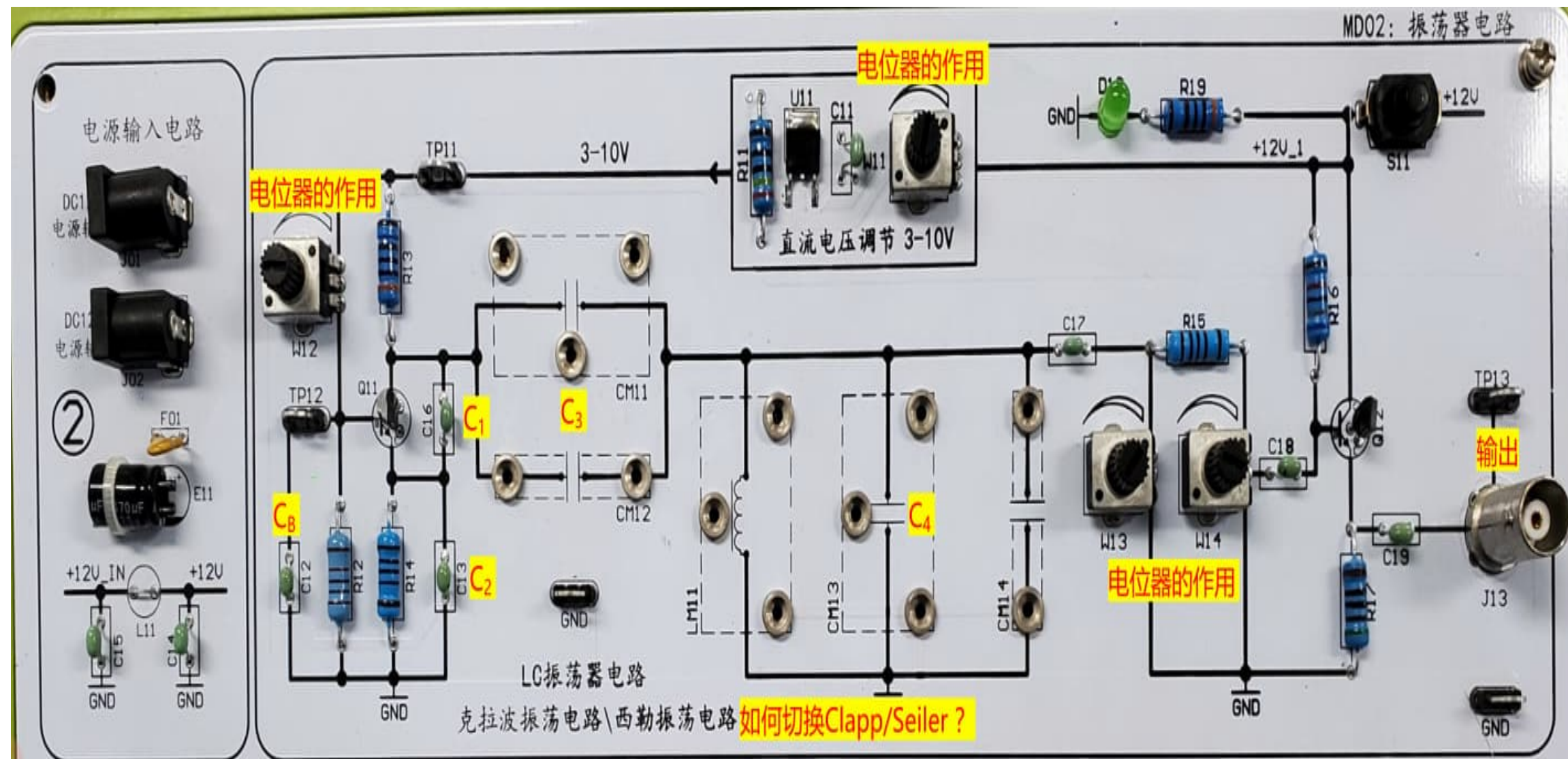
三点式振荡器器 1

实验讲义

黄博达

高频电子线路2023-实验6:

三点式振荡器实验1 2023.5.10



高频电子线路2023-实验6:

三点式振荡器实验1 2023.5.10

实验目标：以小组为单位完成以下任务

1. 使用实验箱中MD02板上半部分的模块，选择合适的元器件，分别实现Clapp、Seiler振荡器的功能：
 - ① 在输出端输出稳定的余弦振荡波型，在实验报告中记录相关波形。
 - ② 调节元件数值，获得新的振荡频率，记录可调节的频率范围。
 - ③ 对比Clapp、Seiler振荡器的特性差异，结合理论课电路分析原理及元器件作用。
2. 每联队在“验收申请表”中提交验收申请和【课堂内验收用的PDF报告】一份作为评分依据。本次及后续实验较为轻松，无其他验收要求，各位同学请勿在早于5:30时离开教室。

4.2 LC 正弦波振荡器

4.2.1 三点式振荡器的基本工作原理

三点式振荡器的基本结构如图 4.2.1 所示。图中放大器件采用晶体管, X_1 、 X_2 、 X_3 三个电抗元件组成 LC 谐振回路, 回路有三个引出端点分别与晶体管的三个电极相连接, 使谐振回路既是晶体管的集电极负载, 又是正反馈选频网络, 所以把这种电路称为三点式振荡器。 \dot{U}_i 为放大器的输入电压, \dot{U}_o 为放大器的输出电压, \dot{U}_f 为反馈电压, \dot{I} 为回路谐振电流。

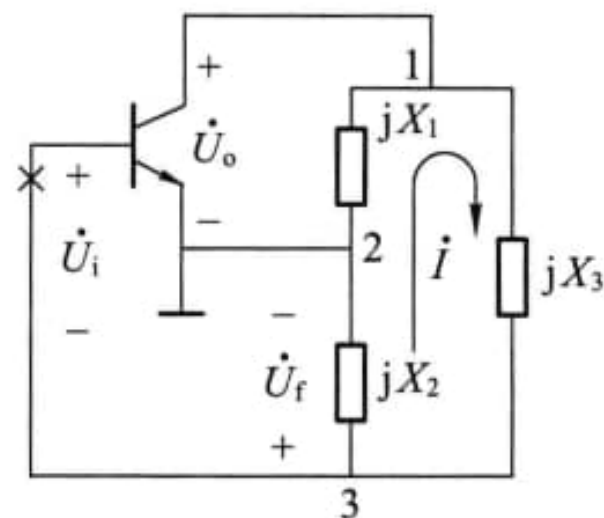


图 4.2.1 三点式振荡器基本结构

$X_1 + X_2 + X_3 = 0$ 时, 回路等效阻抗为纯电阻
所以, 为了使 \dot{U}_f 与 \dot{U}_o 反相, 必须要求 X_1 和 X_2 为性质相同的电抗元件, 即同为感性或同为容性电抗元件。

综上所述, 三点式振荡器组成一般原则可归纳为: X_1 与 X_2 的电抗性质必须相同, X_3 与 X_1 、 X_2 的电抗性质必须相异。或者说, 接在发射极与集电极、发射极与基极之间为同性性质电抗, 接在基极与集电极之间为异性性质电抗。简单地说, 与发射极相连的为同性性质电抗, 不与发射极连接的为异性性质电抗。根据这个原则构成的三点式振荡器的基本形式有两种, 分别为电感三点式和电容三点式, 如图 4.2.2(a)、(b) 所示。

$$C \approx \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \approx C_3$$

$$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_3}}$$

C_3 越小,振荡频率的稳定度就越高

C_3 越小,放大倍数越小,如 C_3 过小,振荡器不满足振幅起振条件而会停止振荡。该电路适用于频率调节范围很小的振荡器。

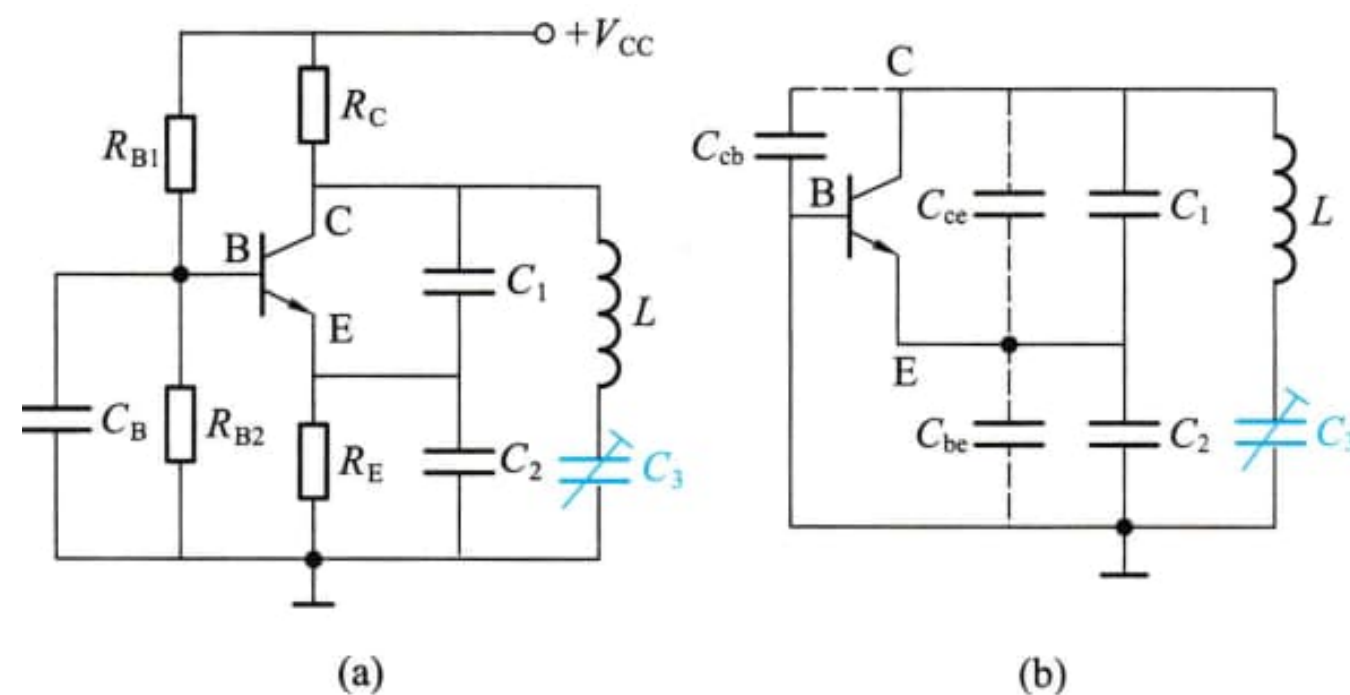


图 4.2.7 克拉泼振荡器

(a) 原理电路 (b) 简化交流通路

克拉泼电路的优点:

- 克拉泼电路的振荡频率几乎与 C_1 、 C_2 无关, 因而调节频率时, 不会影响反馈系数。
- 调整 C_1 、 C_2 的值可以改变反馈系数, 但对谐振频率的影响很小。
- 由于 C_{ce} 、 C_{be} 的接入系数减小, 晶体管与谐振回路是松耦合, 对振荡频率的影响减小, 因此提高了频率稳定度。

克拉泼电路的缺点:

窄带或固定频带应用

- 在改变 C_3 来调节频率时, 负载接入系数发生变化, 与集电极耦合的负载大小为 $R_P' \approx \left(\frac{C_3}{C_1}\right)^2 R_P$ 在波段范围内变化很大, 使输出的振幅变化也很大。

改进型电容三点式振荡器,称为西勒(Seiler)振荡器。

采用西勒电路可改善克拉泼电路存在的一些问题。调节 C_4 改变振荡频率时,因 C_3 不变(C_3 用数值固定的电容,一般与 C_4 同数量级),所以谐振回路反映到晶体管 C、E 端的等效负载阻抗变化很缓慢,故调节 C_4 对放大器增益的影响不大,从而可以保持振荡幅度的稳定。当 $C_1 \gg C_3, C_2 \gg C_3$ 时,振荡频率可近似为

$$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_3 + C_4)}} \quad (4.2.9)$$

西勒电路具有频率稳定度高、频率调节范围宽、幅度平稳、输出波形好等优点,常用于可调高频振荡器。

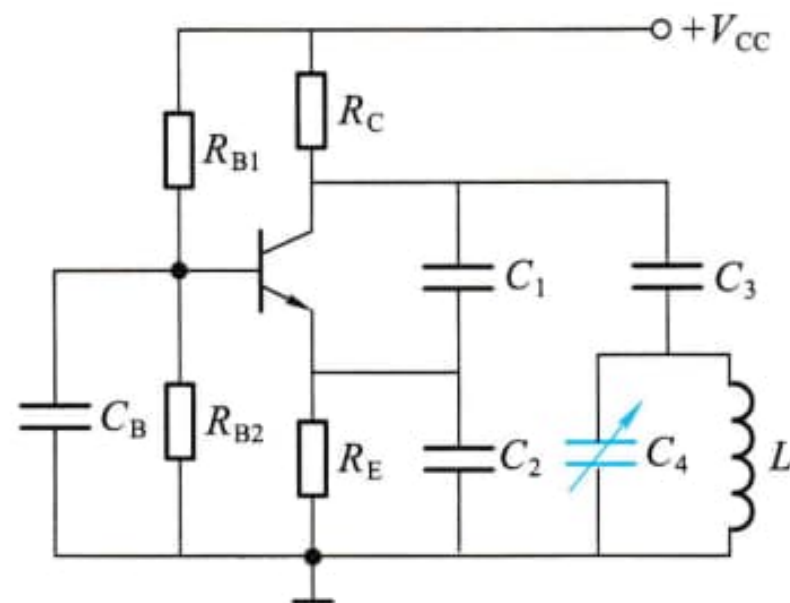


图 4.2.8 西勒振荡电路

思考题

【例 4.2.2】 根据三点式振荡器组成原则，判断图 4.6 所示电路中哪些可能产生振荡，哪些不能产生振荡。

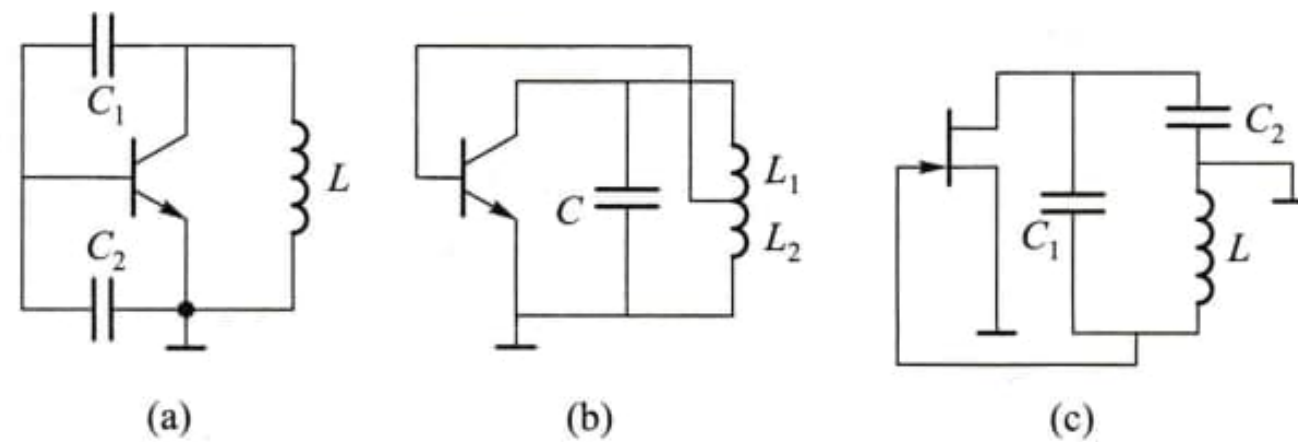
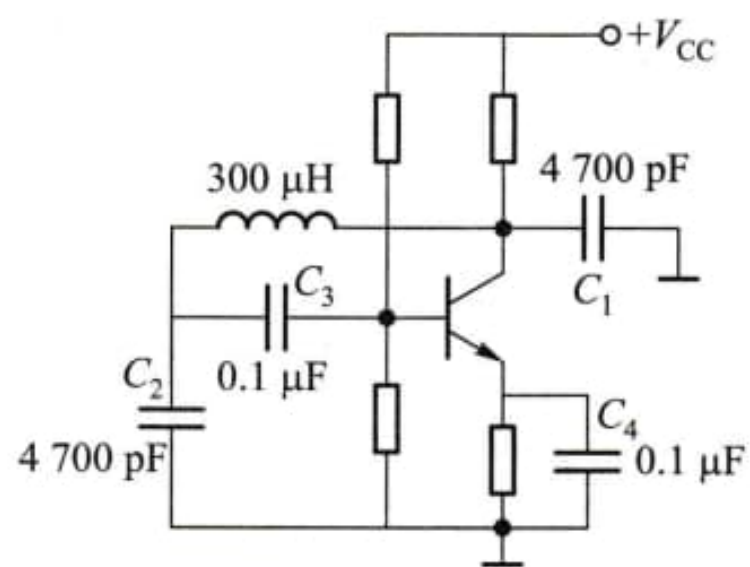
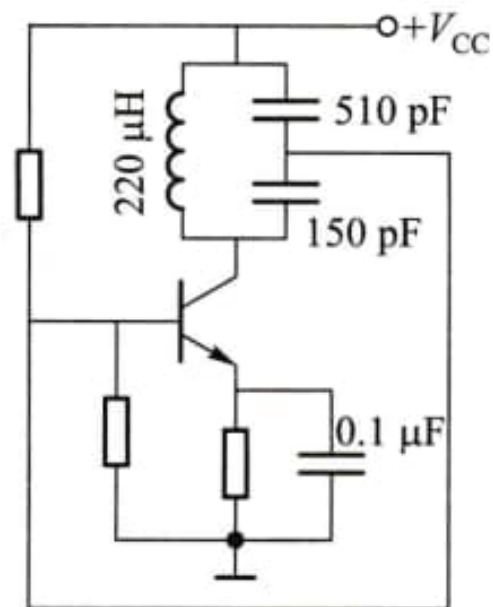


图 4.6 例 4.2.2 图

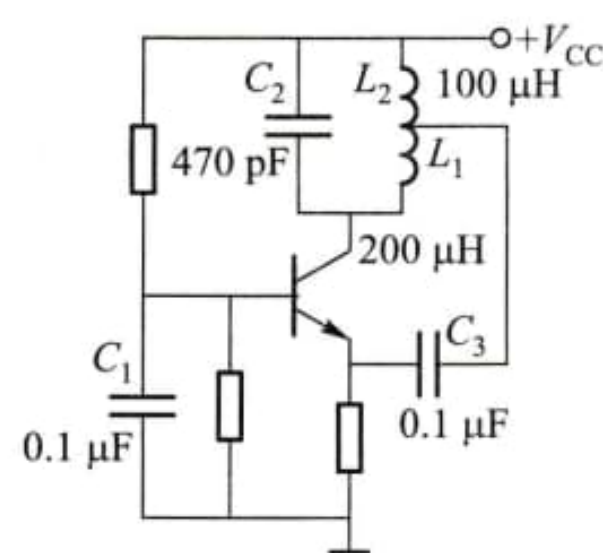
【例 4.2.3】 根据振荡的相位平衡条件，判断图 4.7 所示电路能否产生振荡？在能产生振荡的电路中，求出振荡频率的大小。



(a)



(b)



(c)

4.1 分析图 4.22 所示电路，标明次级线圈的同名端，使之满足相位平衡条件，并求出振荡频率。

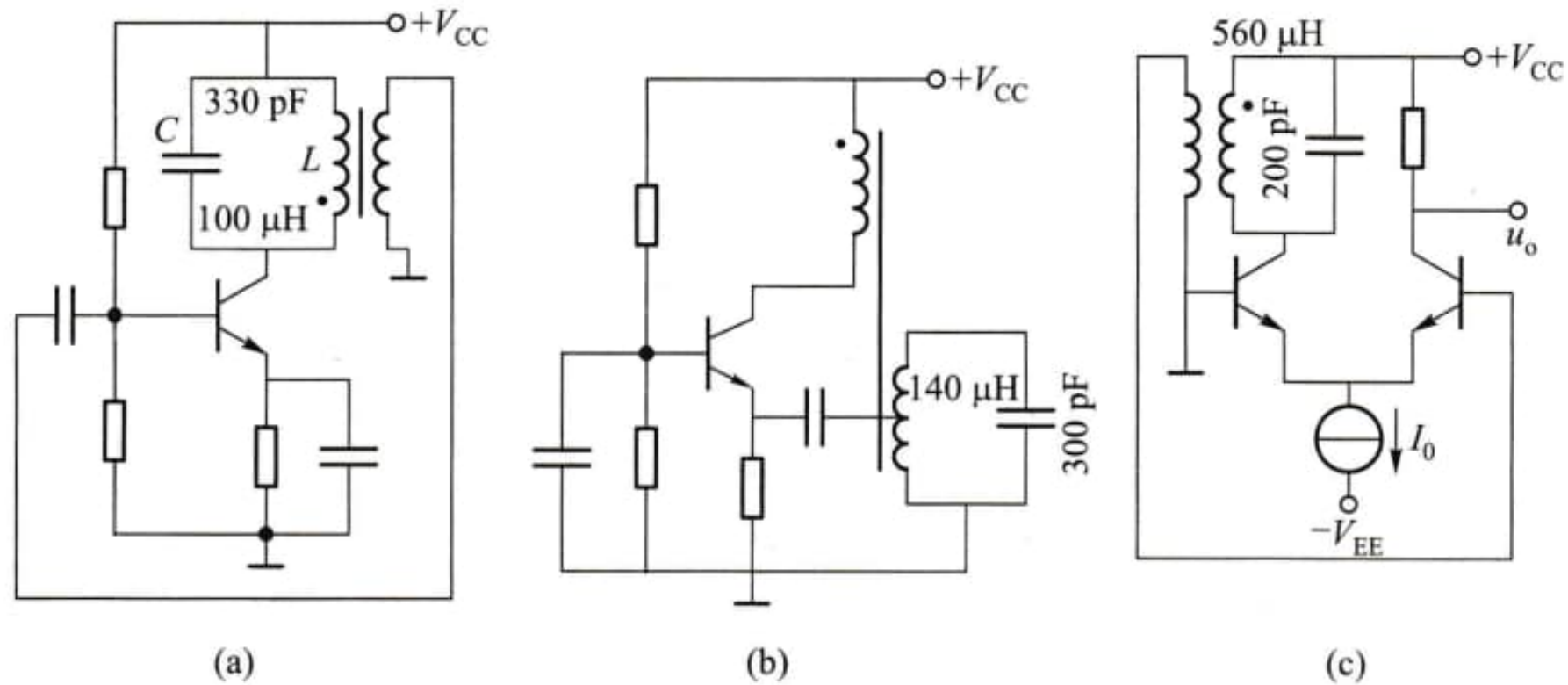


图 4.22 习题 4.1 图