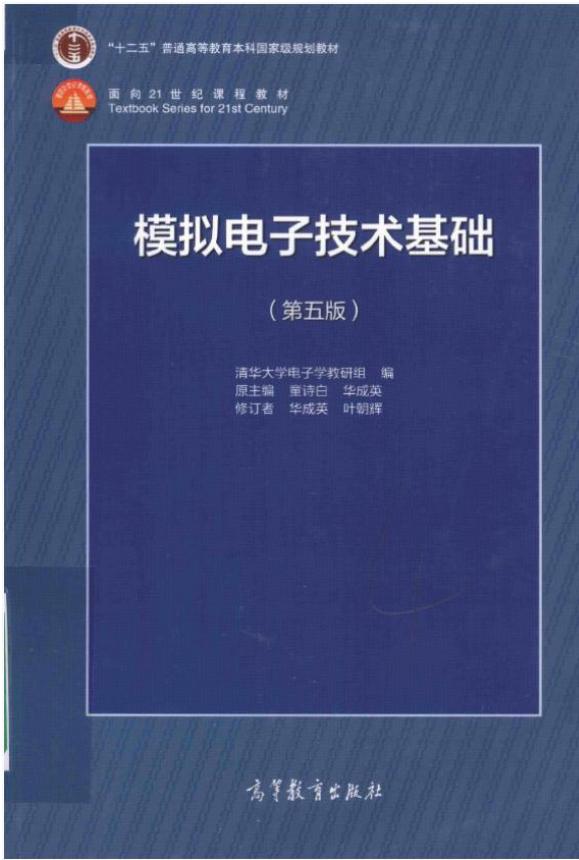


模拟电子技术 I

演讲人：胡 瑞



模拟电子技术基础

(第五版)

清华大学电子学教研组 编
原主编 童诗白 华成英
修订者 华成英 叶朝辉

高等教育出版社

第一章

了解：半导体的基本知识。

理解：半导体二极管、BJT 的结构和工作原理。

掌握：

1. 半导体二极管、稳压管、BJT 的主要特点和主要参数；
2. 半导体二极管导通区、反向截止区和反向稳压区的判断方法及其特点；
3. BJT 的三个工作区的判断方法及其特点。

第二章

了解：放大电路工作点的稳定及其典型电路，复合管的组成原则及其放大电路，派生电路

掌握：

1. 放大电路的主要性能指标、相关基本概念与基础知识；
2. BJT 构成的放大电路的基本组成原则、放大的判断、基本工作原理、直流通路、交流通路、等效电路，基本分析方法，包括共射、共集、共基三种基本放大电路的组成、工作原理、静态和动态分析估算、各自主要特点，动态分析估算包括电压放大倍数、输入输出阻抗、**非线性失真的判断及克服措施**；
3. 放大电路工作点的稳定及其典型电路；
4. BJT 主要异同。

第三章

掌握：

1. **集成运算放大器的基本组成、各部分主要功能及电路形式**，相关的基本概念与基础知识；
2. 多级放大电路的耦合方式（重点是阻容耦合、直接耦合）及其特点，两级以内放大电路的 Q 点、电压放大倍数、输入阻抗、输出阻抗的分析估算、**失真的定性判断**；
3. 共模信号、差模信号、共模输入电压、差模输入电压、共模放大倍数、差模放大倍数、共模抑制比等基本概念，差分放大电路的四种组态的组成、工作原理、Q 点与动态参数的分析估算、特点，**包括动态参数的分析估算共模放大倍数、差模放大倍数、差模输入阻抗、差模输出阻抗、共模抑制比**；
4. 输出级电路的组成、工作原理及主要特点，交越失真的判断及其克服方法；
5. 恒流源电路的构成及其识别、参考电流的估算。

第四章

—

第五章

了解：深度负反馈条件中理想情况下的输入电阻、输出电阻；自激振荡概念、产生原因、条件。掌握：**反馈的概念、反馈类型**（重点是集成电路中有无引入反馈、正反馈和负反馈、直流反馈和交流反馈、交流负反馈的四种组态）的判断方法、深度负反馈条件下反馈系数、闭环放大倍数的估算方法、放大电路中引入负反馈对放大电路性能是如何影响的、如何根据需要在电路中引入合适的反馈。

第六章

了解：乘法、除法等运算电路。

掌握：掌握基本比例、加减、积分运算电路的结构、工作原理、运算关系和特点。利用“虚短”和“虚断”的概念分析各种运算电路输出电压和输入电压运算关系的方法，能根据需要选择/设计合适的运算电路。

第七章

了解：正弦波振荡的条件、正弦波振荡电路的组成及电路产生正弦波振荡可能性的判断方法；单限、滞回、窗口比较器用途，电压比较器电压传输特性的分析方法。

掌握：RC 桥式正弦波振荡电路的电路结构、**工作原理**、振荡频率、**起振和平衡条件**，单限、滞回、窗口比较器的各自特点，利用三要素法分析单限比较器的方法；**能利用集成运放设计满足要求的放大电路**。

第八章

了解：功率放大电路的组成原则，各种功放的电路特点和优缺点，功率放大电路的应用。

掌握：功率放大电路的主要性能指标，包括最大输出功率、效率、晶体管的三个极限参数，OCL 电路和 OTL 电路的**异同、工作原理**、输出功率和效率的估算及**晶体管的选择**。

第九章

了解：单相桥式整流电路的分析和估算，电容滤波电路的分析和估算，稳压管稳压电路的分析和限流电阻的估算，串联型稳压电路的原理。

掌握：**直流稳压电源的组成及各部分的作用**，单相桥式整流电路的分析和输出平均电压与平均电流的估算，电容滤波电路的分析和输出平均电压与平均电流的估算，**串联型线性稳压电路的基本原理**。

2024年考试范围：
结合考试范围针对性学习

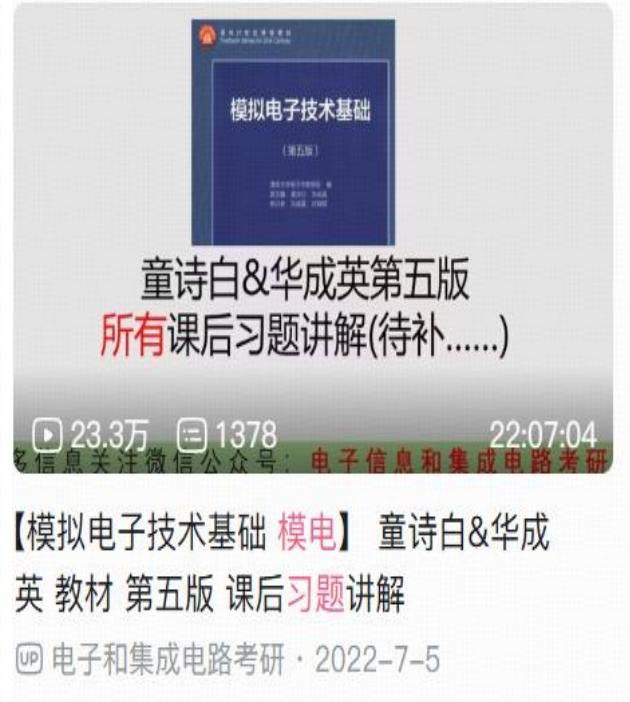
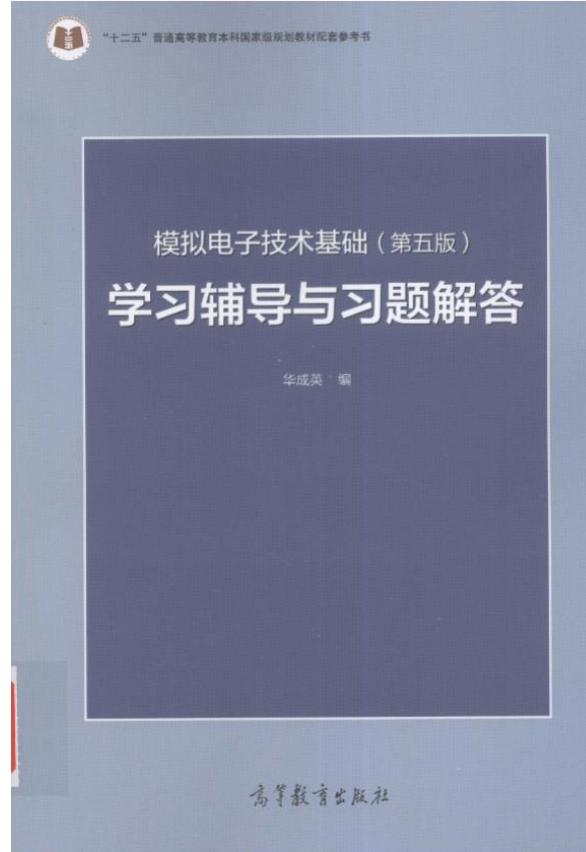
考试侧重点：

1. 书上的**基本知识点**（填空、选择）
2. 画**电路图**和电压变化曲线（最后一题）
3. 大题**基本书上原题**（第三章自测三，几年都出现了，大题原题）



电子和集成电路考研 LV5

葱哥(微)电子考研团队，辅导专业课六年，辅导班总人数超过3000人，有关相关专业考研/秋招等问题，欢迎私信留言...

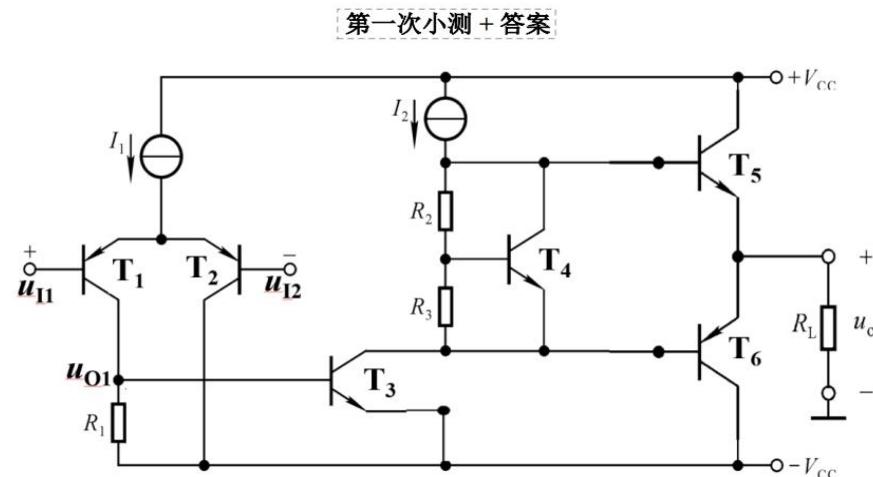


作业：

1. 留意一下每个班的作业
2. 做作业前可以先看一下B站的讲解
3. 《学习指导》辅助（存在些许答案错误）

小测

24期末考了11作为大题的小问



电路分为 1 级。各级之间是 2 耦合，该耦合方式的优点为 3。第1级是 4 电路，该级电路的输入电阻 $R_{Id} = \underline{5}$ ，该级电路的输出电阻 $R_o = \underline{6}$ ， $u_{Id} = \underline{7}$ ， $u_{IC} = \underline{8}$ ， $I_{E1} = \underline{9}$ ， $I_{E2} = \underline{10}$ ， u_{O1} 包括 11， I_1 的作用是 12。

最后1级是 13 电路，组态为 14，该组态的特点为 15，放大电路输入电阻最大的组态为 16， R_2 、 R_3 、 T_4 构成 17 电路，作用为 18， $u_{Omax} = \underline{19}$ 。

起主要放大作用的BJT是 20，组态为 21，该级电路的输入电阻 = 22，该级电路的输出电阻 = 23，该级电路主要考虑的失真包括 24。

T_1 至 T_6 属于PNP管的有 25，发射区多子为 26，发射结的导通电压约为 27，处在放大状态时 $U_E - \underline{28} U_B$ 。

T_1 至 T_6 属于NPN管的有 29，发射区多子为 30，发射结的导通电压约为 31，处在放大状态时 $U_E - \underline{32} U_B$ ，发射结温度上升时，输入特性曲线 33 移。 I_2 的作用是 34。

- 1、3
- 2、直接
- 3、低频特性好，易于集成

- 4、双端输入单端输出的差分放大
- 5、 $2r_{bel}$ （无脚标 1 也可以）
- 6、 R_1

- 7、 $u_{II} - u_{I2}$
- 8、 $(u_{II} + u_{I2}) / 2$
- 9、 $I_1/2$
- 10、 $I_1/2$
- 11、差模输出、直流输出
- 12、直流偏置、稳定静态工作点、提高共模抑制比、抑制温漂

- 13、含 U_{BE} 倍增电极的互补输出级（可以是消除交越失真的互补输出级）
- 14、共集
- 15、输入电阻大、输出电阻小、电压跟随、能放大电流、能放大功率
- 16、共集
- 17、 U_{BE} 倍增电极
- 18、消除交越失真
- 19、 $V_{CC} - U_{ces5}$ （无脚标 5 也可以）

- 20、 T_3
- 21、共射
- 22、 r_{be3} （无脚标 3 也可以）
- 23、 ∞
- 24、饱和失真、截止失真
- 25、 T_1 、 T_2 、 T_6
- 26、空穴
- 27、硅 0.7 V 或锗 -0.2 V
- 28、>
- 29、 T_3 、 T_4 、 T_5
- 30、自由电子
- 31、硅 0.7 V 或锗 0.2 V
- 32、<
- 33、左
- 34、 T_3 的有源负载提高电压放大倍数、输出级的直流偏置稳定静态工作点（也可以说抑制温漂）

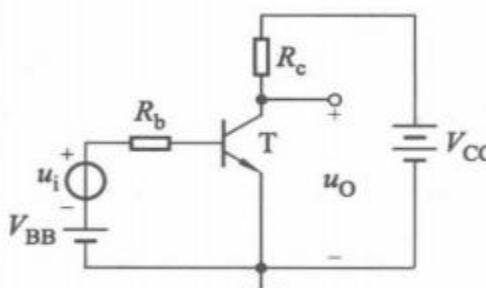
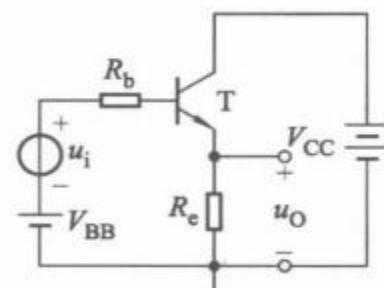
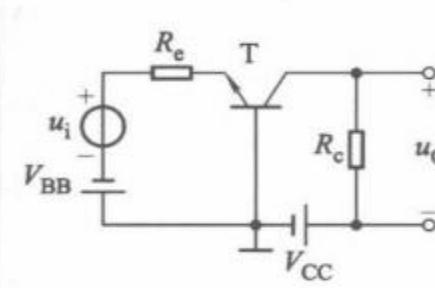
小测风格：
1. 多填空

2. 考的知识点很广，很基础，非常需要仔细吃书

3. 一些填空的答案说法需要背一下，比如3、12、15、34，这几个题教材上看一下相关的点总结一下，也可以多看下学习指导中的例题，里面有整理，但是最好再自己总结整理一个。

几级电路、耦合方式及优缺点、输入输出电阻、交流/直流电压、电路判断及特点、各元件的作用、失真分析、多子少子、导通电压、温度影响

表 2.1.2 晶体管基本放大电路的比较

基本接法	共射电路	共集电路	共基电路
原理电路			
基本接法	共射电路	共集电路	共基电路
Q 点	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c$	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b + (1+\beta) R_e}$ $I_{EQ} = (1+\beta) I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} R_e$	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{(1+\beta) R_e}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_e + U_{BEQ}$
电压放大倍数	$-\frac{\beta R_c}{R_b + r_{be}}$	$\frac{(1+\beta) R_e}{R_b + r_{be} + (1+\beta) R_e}$	$\frac{\beta R_c}{r_{be} + (1+\beta) R_e}$
电流放大倍数	β	$1+\beta$	$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \approx 1$
输入电阻	$R_b + r_{be}$	$R_b + r_{be} + (1+\beta) R_e$	$R_e + \frac{r_{be}}{1+\beta}$
输出电阻	R_c	$R_e // \frac{r_{be} + R_b}{1+\beta}$	R_c
频带	窄	中	宽
用途	一般放大	输入级、输出级	宽频带放大器

基本放大电路：
全是考点

判断基本电路

Q点计算

电压放大倍数、电流放大倍数、
输入电阻、输出电阻都会考计算

频带也会考填选
用途需要背，小测期末都会考

表 2.1.3 阻容耦合晶体管基本放大电路的比较

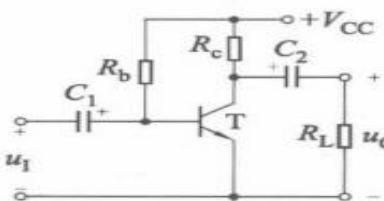
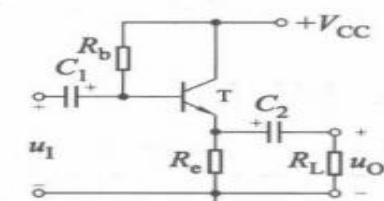
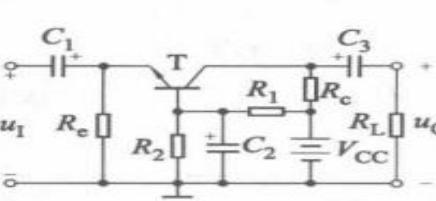
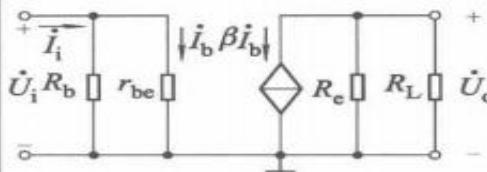
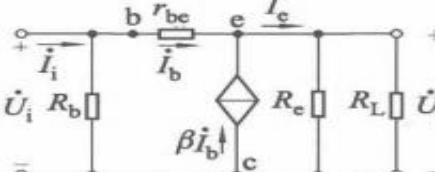
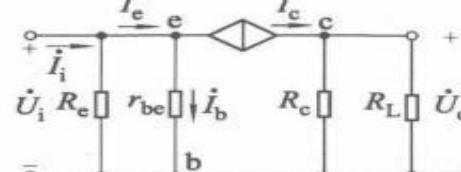
基本接法	共射电路	共集电路	共基电路	
原理电路				会画，会算
Q 点	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_e$	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b + (1+\beta) R_e}$ $I_{EQ} = (1+\beta) I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} R_e$	$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{CQ} (R_e + R_e)$	Q点计算
基本接法	共射电路	共集电路	共基电路	电路判断
交流等效电路				交流等效电路区 别于交流通路， 各自是 怎么画的
电压放大倍数	$-\frac{\beta(R_e // R_L)}{r_{be}}$	$\frac{\beta(R_e // R_L)}{r_{be} + (1+\beta)(R_e // R_L)}$	$\frac{\beta(R_e // R_L)}{r_{be}}$	电压放大倍数、输入电阻 输出电阻要会算
输入电阻	$R_b // r_{be} \approx r_{be}$	$R_b // [r_{be} + (1+\beta)(R_e // R_L)]$	$R_e // \frac{r_{be}}{1+\beta}$	输入\输出电阻 谁大谁小
输出电阻	R_e	$R_e // \frac{r_{be} + R_b // R_s}{1+\beta}$	R_e	放大倍数 谁大谁小

表 3.1.2 差分放大电路四种接法的比较

接法	双端输入双端输出	双端输入单端输出	单端输入双端输出	单端输入单端输出
电路				
Q 点	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_e + U_{BEQ}$ $V'_{CC} = \frac{R_L V_{CC}}{R_e + R_L}$ $R'_L = R_e // R_L$	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ1} = V'_{CC} - I_{CQ}R'_L + U_{BEQ}$ $V'_{CC} = \frac{R_L V_{CC}}{R_e + R_L}$ $R'_L = R_e // R_L$	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_e + U_{BEQ}$ $V'_{CC} = \frac{R_L V_{CC}}{R_e + R_L}$ $R'_L = R_e // R_L$	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ1} = V'_{CC} - I_{CQ}R'_L + U_{BEQ}$ $V'_{CC} = \frac{R_L V_{CC}}{R_e + R_L}$ $R'_L = R_e // R_L$
u_{Id}	u_i	u_i	u_i	u_i
u_{le}	0	0	$u_i/2$	$u_i/2$
R_i	$2(R_b + r_{be})$	$2(R_b + r_{be})$	$2(R_b + r_{be})$	$2(R_b + r_{be})$
R_o	$2R_e$	R_e	$2R_e$	R_e
A_v	0	$-\frac{\beta(R_e // R_L)}{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}$	0	$-\frac{\beta(R_e // R_L)}{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}$
K_{CMR}	∞	$\frac{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}{2(R_b + r_{be})}$	∞	$\frac{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}{2(R_b + r_{be})}$

差分放大电路的Q点怎么算的?

单端双端怎么判断的?

图怎么画的, 怎么接线的, 怎么算的?

基本整个表都要会推

哪些有2倍关系

放大倍数哪些是0, 哪些需要算

哪些是无穷, 哪些需要算

小测

如图所示电路中, 已知 $|U_{BE}| = 0.7V$, $R_b = 2.5k\Omega$, $r_{bb'} = 200\Omega$, 所有晶体管电流放大倍数均为 $\beta = 100$, 问 (要求过程清楚, 符号正确使用):

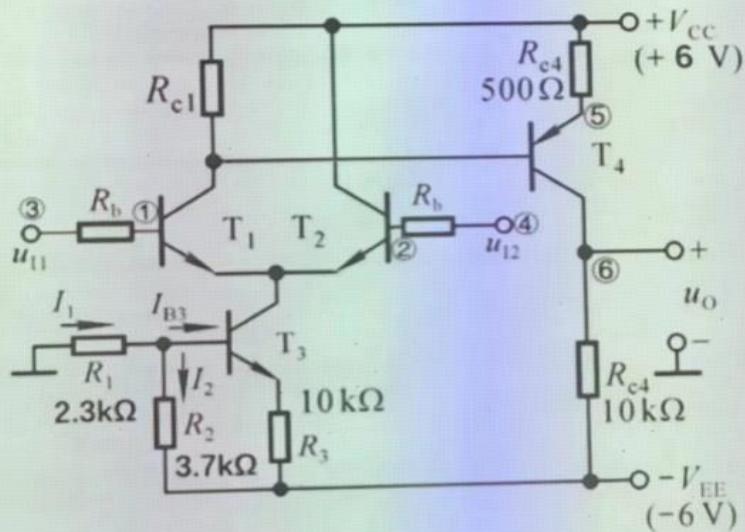
1、该放大电路由几级放大电路以什么耦合方式连接而成? 各级放大电路的工作组态及其主要作用?

2、 T_3 及其外围电路作用?

3、当 $u_{I1} = u_{I2} = 0V$ 时, 若 $u_o < 0V$, 如何调节 R_{C1} 使 $u_o = 0V$, 试估算此时电路的 $I_{CQ1} = ?$ $I_{CQ2} = ?$ $I_{CQ4} = ?$ $U_{CQ1} = ?$ $U_{CQ2} = ?$ $U_{EQ1} = ?$ $U_{EQ2} = ?$ $R_{C1} = ?$

4、试分别写出 $A_{uc} = ?$ $A_{ud} = ?$ $K_{CMR} = ?$ $R_i = ?$ $R_o = ?$ (可以是表达式)

5、若 $u_{I1} = 2mV$, $u_{I2} = 8mV$, 问 $u_{ic} = ?$ $u_{id} = ?$ $u_o = ?$



经典大题的形式:

1. 几级电路, 各级组态和**作用** (这个作用需要整理一下, 看学习指导)

2. xx电路是什么, 有什么**作用**

3. 调节电路 (一般就一个小问)

4. 电路Q点计算 (必考)

5. 差分放大电路的放大倍数特点 (之前PPT有)

6. 输出电压 (**差模输出+直流输出**)

第一章

了解：半导体的基本知识。

理解：半导体二极管、BJT 的结构和工作原理。

掌握：

- 1、半导体二极管、稳压管、BJT 的主要特点和主要参数；
- 2、半导体二极管导通区、反向截止区和反向稳压区的判断方法及其特点；
- 3、BJT 的三个工作区的判断方法及其特点。 p31 例1.3.1

两种载流子：自由电子、空穴。N型半导体、P型半导体，多子、少子 p9-10（期末考了选择）

温度升高，半导体少子相对浓度增加

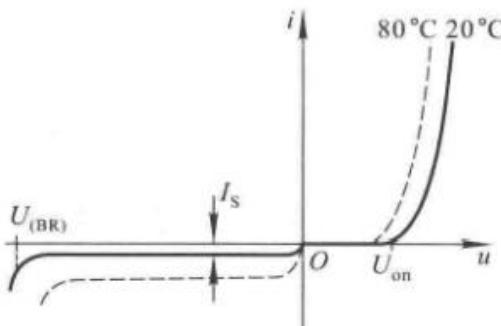


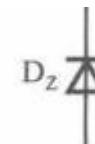
图 1.2.3 二极管的伏安特性

二、温度对二极管伏安特性的影响

在环境温度升高时，二极管的正向特性曲线将左移，反向特性曲线将下移（如图 1.2.3 虚线

稳压管工作：反向击穿区（期末考了选择）

稳压管正向导通：稳压or不稳压（不稳压）



晶体管工作在放大状态的外部条件：发射结正向偏置，集电结反向偏置

输入特性曲线，输出特性曲线 p27-28

3. 极间反向电流

I_{CBO} 是发射极开路时集电结的反向饱和电流。 I_{CEO} 是基极开路时，集电极与发射极间的穿透电流， $I_{CEO} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO}$ 。同一型号的管子反向电流愈小，性能愈稳定。

选用管子时， I_{CBO} 与 I_{CEO} 应尽量小。硅管比锗管的极间反向电流小 2 ~ 3 个数量级，因此温度稳定性也比锗管好。

记一下，极间反向电流小，温度稳定性高 p30-31 温度对输入输出特性的影响

表 1.2.1 晶体管三个工作区域的极间电压

管子类型	截止区	放大区	饱和区
NPN 型管	$u_{BE} < U_{on}$	$u_{BE} > U_{on}$ 且 $u_{CE} \geq u_{BE}$	$u_{BE} > U_{on}$ 且 $u_{CE} < u_{BE}$
PNP 型管	$u_{BE} > U_{on}$	$u_{BE} < U_{on}$ 且 $u_{CE} \leq u_{BE}$ (即 $u_C \geq u_B > u_E$)	$u_{BE} < U_{on}$ 且 $u_{CE} > u_{BE}$ (即 $u_C < u_B < u_E$)

p31 例1.3.1

记一下，极间反向电流小，温度稳定性高 p30-31 温度对输入输出特性的影响

二、温度对输入特性的影响

与二极管伏安特性相类似，当温度升高时，正向特性将左移，如图 1.3.8 所示，反之将右移。

$|u_{BE}|$ 具有负温度系数，当温度变化 1℃ 时，若 i_B 不变，则 $|u_{BE}|$ 大约变化 2~2.5 mV，即温度每升高 1℃，大约下降 2~2.5 mV。换言之，若 u_{BE} 不变，则当温度升高时 i_B 将增大，反之 i_B 减小。

三、温度对输出特性的影响

图 1.3.9 所示为某晶体管在温度变化时输出特性变化的示意图，实线所示为 20℃ 时的特性曲线，虚线所示为 60℃ 时的特性曲线，且 I_{B1}, I_{B2}, I_{B3} 分别等于 $I'_{B1}, I'_{B2}, I'_{B3}$ 。当温度从 20℃ 升高至 60℃ 时，不但集电极电流增大，且其变化量 $\Delta i'_C > \Delta i_C$ ，说明温度升高时 β 增大。

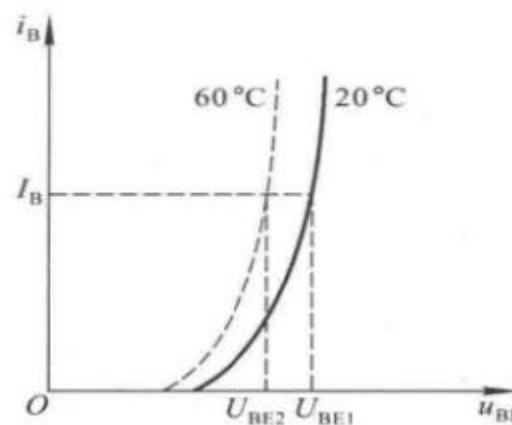


图 1.3.8 温度对晶体管
输入特性的影响

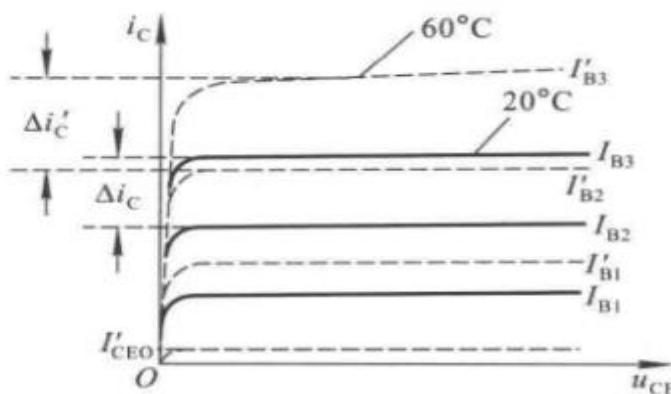


图 1.3.9 温度对晶体管输出特性的影响

可见，温度升高时，由于 I_{CEO}, β 增大，且输入特性左移，所以导致集电极电流增大。

【例 1.3.7】测得放大电路中三只晶体管三个电极的直流电位如图 1.3.8 所示。试分别判断

它们管型、管脚和所用材料(即是硅管还是锗管)。

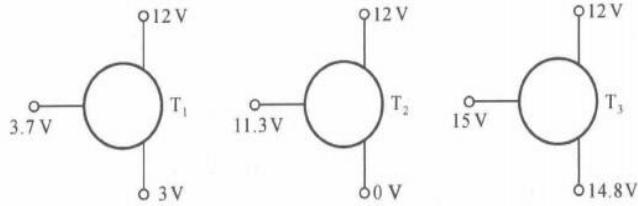


图 1.3.8 例 1.3.7 图

提示:本题考查是否掌握通过实验的方法判断管型和管脚的方法。

根据晶体管的放大原理,NPN 型管和 PNP 型管工作在放大状态时两个 PN 结的电压如图 1.3.9 所示。根据表 1.2.1 可知,对于小功率晶体管,可以认为,在集电结零偏压时工作在临界放大状态。因此,在放大区,NPN 型和 PNP 型晶体管三个极的电位关系分别为

$$U_c \geq U_B > U_E \quad (1.3.1)$$

$$U_c \leq U_B < U_E \quad (1.3.2)$$

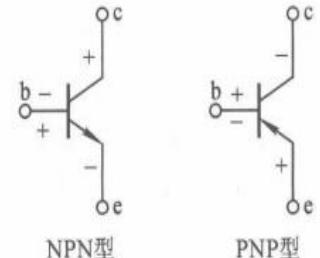


图 1.3.9 晶体管工作在放大区时的结电压

如果某极的电位明显高于或明显低于另外两个极的电位,则该极为集电极,居中者为基极,另一极为发射极;集电极电位最高,说明为 NPN 型管,最低则为 PNP 型管。硅材料管导通时的 $|U_{BE}|$ 约为 0.5~0.8 V, 锗材料管导通时的 $|U_{BE}|$ 约为 0.1~0.3 V, 据此可知管子所用材料。

解:根据图 1.3.9 和式(1.3.1)、(1.3.2),因为 T_1 和 T_2 管均有两个极的电位相差 0.7 V,故均为硅管。而由于 T_1 管的另一极电位最高,为集电极,故为 NPN 型管,且电位最低的为发射极; T_2 管的另一极电位最低,为集电极,故为 PNP 型管,且电位最高的为发射极。 T_3 管有两个极的电位相差 0.2 V,故为锗管;电位最低的为集电极,电位最高的为发射极,是 PNP 型管。若晶体管三个极分别为上、中、下管脚,则答案如表 1.3.1 所示。

表 1.3.1 例 1.3.7 答案

管号	上	中	下	管型	材料
T_1	c	b	e	NPN	Si
T_2	e	b	c	PNP	Si
T_3	c	e	b	PNP	Ge

C1 作业

(不交) 自测题, 习题4, 6

(要交) 习题: 1 【 (1) - (3) 】

2、3、5, 7-12

(3) 工作在放大区的某晶体管, 如果当 I_B 从 $12 \mu\text{A}$ 增大到 $22 \mu\text{A}$ 时, I_C 从 1 mA 变为 2 mA ,
那么它的 β 约为 _____。

- A. 83
- B. 91
- C. 100

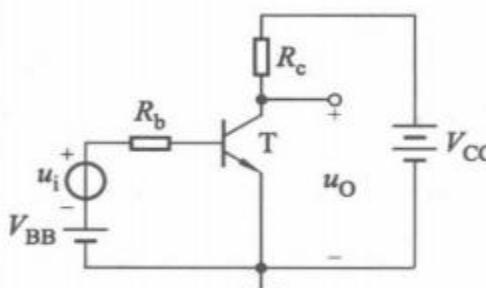
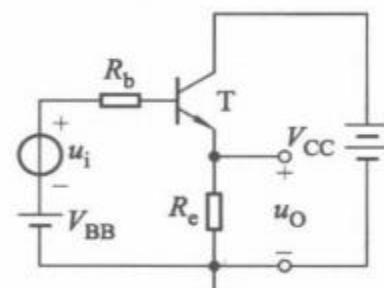
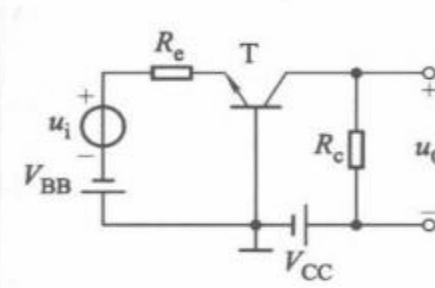
第二章

了解：放大电路工作点的稳定及其典型电路，复合管的组成原则及其放大电路，派生电路

掌握：

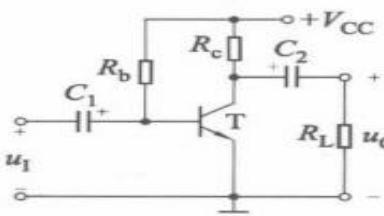
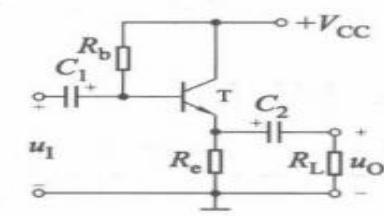
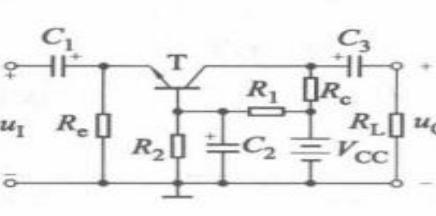
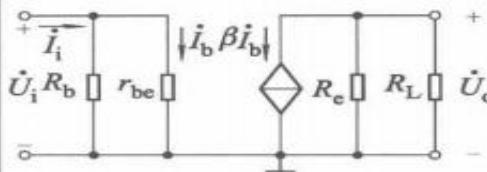
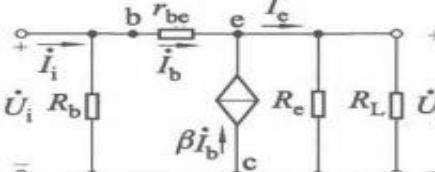
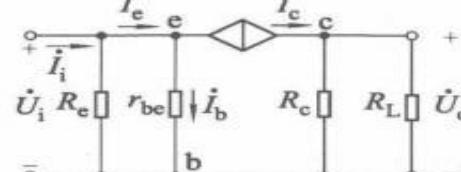
- 1、放大电路的主要性能指标、相关基本概念与基础知识；
- 2、BJT 构成的放大电路的基本组成原则、放大的判断、基本工作原理、直流通路、交流通路、等效电路，基本分析方法，包括共射、共集、共基三种基本放大电路的组成、工作原理、静态和动态分析估算、各自主要特点，动态分析估算包括电压放大倍数、输入输出阻抗、非线性失真的判断及克服措施；
- 3、放大电路工作点的稳定及其典型电路；
- 4、BJT 主要异同。

表 2.1.2 晶体管基本放大电路的比较

基本接法	共射电路	共集电路	共基电路
原理电路			
基本接法	共射电路	共集电路	共基电路
Q 点	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c$	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b + (1+\beta) R_e}$ $I_{EQ} = (1+\beta) I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} R_e$	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{(1+\beta) R_e}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_e + U_{BEQ}$
电压放大倍数	$-\frac{\beta R_c}{R_b + r_{be}}$	$\frac{(1+\beta) R_e}{R_b + r_{be} + (1+\beta) R_e}$	$\frac{\beta R_c}{r_{be} + (1+\beta) R_e}$
电流放大倍数	β	$1+\beta$	$\alpha = \frac{\beta}{1+\beta} \approx 1$
输入电阻	$R_b + r_{be}$	$R_b + r_{be} + (1+\beta) R_e$	$R_e + \frac{r_{be}}{1+\beta}$
输出电阻	R_c	$R_e // \frac{r_{be} + R_b}{1+\beta}$	R_c
频带	窄	中	宽
用途	一般放大	输入级、输出级	宽频带放大器

重点

表 2.1.3 阻容耦合晶体管基本放大电路的比较

基本接法	共射电路	共集电路	共基电路
原理电路			
Q 点	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b}$ $I_{CQ} = \beta I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_e$	$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - U_{BEQ}}{R_b + (1+\beta) R_e}$ $I_{EQ} = (1+\beta) I_{BQ}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ} R_e$	$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{CQ} (R_e + R_c)$
基本接法	共射电路	共集电路	共基电路
交流等效电路			
电压放大倍数	$-\frac{\beta(R_e // R_L)}{r_{be}}$	$\frac{\beta(R_e // R_L)}{r_{be} + (1+\beta)(R_e // R_L)}$	$\frac{\beta(R_e // R_L)}{r_{be}}$
输入电阻	$R_b // r_{be} \approx r_{be}$	$R_b // [r_{be} + (1+\beta)(R_e // R_L)]$	$R_e // \frac{r_{be}}{1+\beta}$
输出电阻	R_e	$R_e // \frac{r_{be} + R_b // R_s}{1+\beta}$	R_c

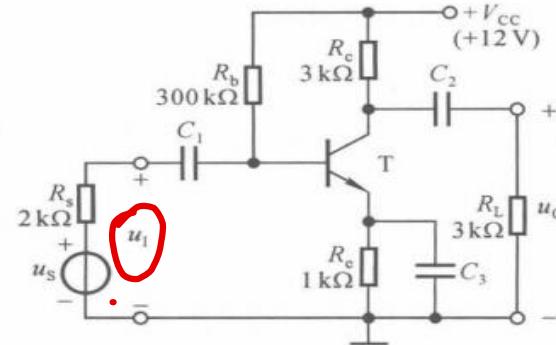
区别于交流通路

第2章 作业

(要交) 习题: 1-4、6-13、18 (除b、e)
自测题: 三、四 (写出解题步骤)

习题2.13, 期末把这个的(2)当成填空题考了

2.13 电路如图 P2.13 所示, 晶体管的 $\beta = 60$, $r_{bb'} = 100 \Omega$ 。



(1) 求解 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o ;

(2) 设 $U_s = 10 \text{ mV}$ (有效值), 问 $U_i = ?$ $U_o = ?$ 若 C_3 开路, 则 $\dot{U}_i = ?$ $\dot{U}_o = ?$

交流通路



(2) 设 $U_s = 10 \text{ mV}$ (有效值), 则

$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 3.2 \text{ mV}$$
$$U_o = |\dot{A}_u| U_i \approx 307 \text{ mV}$$

若 C_3 开路, 则

$$R_i = R_b // [r_{be} + (1+\beta) R_e] \approx 51.3 \text{ k}\Omega$$
$$\dot{A}_u \approx -\frac{R_o // R_L}{R_e} = -1.5$$

$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 9.6 \text{ mV}$$

$$U_o = |\dot{A}_u| U_i \approx 14.4 \text{ mV}$$

第三章

掌握：

- 1、集成运算放大器的基本组成、各部分主要功能及电路形式，相关的基本概念与基础知识；
- 2、多级放大电路的耦合方式（重点是阻容耦合、直接耦合）及其特点，两级以内放大电路的 Q 点、电压放大倍数、输入阻抗、输出阻抗的分析估算、失真的定性判断；
- 3、共模信号、差模信号、共模输入电压、差模输入电压、共模放大倍数、差模放大倍数、共模抑制比等基本概念，差分放大电路的四种组态的组成、工作原理、Q 点与动态参数的分析估算、特点，包括动态参数的分析估算共模放大倍数、差模放大倍数、差模输入阻抗、差模输出阻抗、共模抑制比；
- 4、输出级电路的组成、工作原理及主要特点，交越失真的判断及其克服方法；
- 5、恒流源电路的构成及其识别、参考电流的估算。

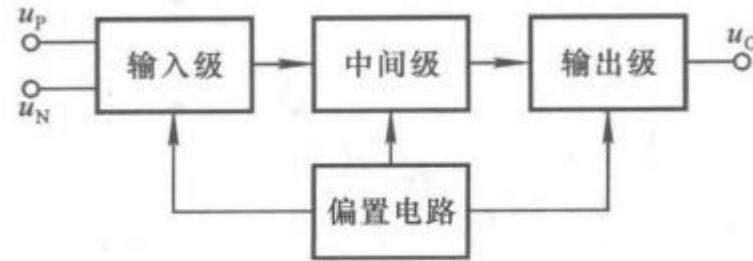


图 3.1.2 集成运放的组成

表 3.1.1 通用型集成运放的组成

组成部分	输入级(前置级)	中间级(主放大级)	输出级(功率级)	偏置电路
采用的电路	差分放大电路	共射放大电路	准互补输出级	多路电流源
性能基本要求	R_i 大、 A_d 数值大、 K_{CMR} 大	放大能力强	R_o 小、 U_{om} 的幅值接近电源电压	温度稳定性好

集成运放四个部分组成：输入级、中间级、输出级、偏置电路

每一级采用什么电路？（常考填选）

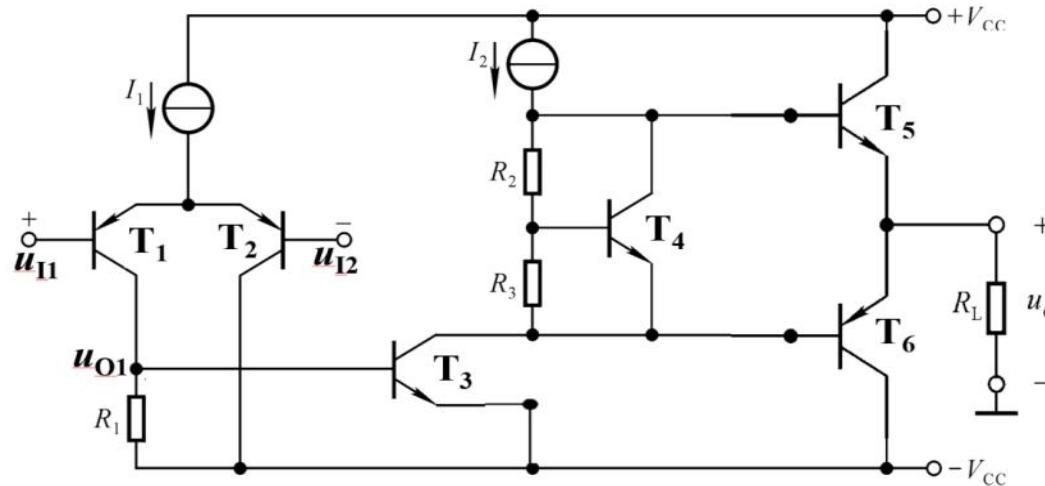
表 3.1.2 差分放大电路四种接法的比较

接法	双端输入双端输出	双端输入单端输出	单端输入双端输出	单端输入单端输出
电路				
Q 点	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c + U_{BEQ}$ $V'_{CC} = \frac{R_L V_{CC}}{R_e + R_L}$ $R'_L = R_e // R_L$	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ1} = V'_{CC} - I_{CQ} R'_L + U_{BEQ}$	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_e + U_{BEQ}$	$I_{EQ} \approx \frac{V_{EE} - U_{BEQ}}{2R_e}$ $I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1+\beta}$ $U_{CEQ1} = V'_{CC} - I_{CQ} R'_L + U_{BEQ}$ $V'_{CC} = \frac{R_L V_{CC}}{R_e + R_L}$ $R'_L = R_e // R_L$
u_{Id}	u_i	u_i	u_i	u_i
u_{le}	0	0	$u_i/2$	$u_i/2$
R_i	$2(R_b + r_{be})$	$2(R_b + r_{be})$	$2(R_b + r_{be})$	$2(R_b + r_{be})$
R_o	$2R_c$	R_c	$2R_c$	R_c
A_v	0	$-\frac{\beta(R_c // R_L)}{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}$	0	$-\frac{\beta(R_c // R_L)}{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}$
K_{CMR}	∞	$\frac{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}{2(R_b + r_{be})}$	∞	$\frac{R_b + r_{be} + 2(1+\beta)R_e}{2(R_b + r_{be})}$

差分放大电路的Q点怎么算的?

单端双端怎么判断的?

第一次小测 + 答案



电路分为 1 级。各级之间是 2 耦合，该耦合方式的优点为 3。第1级是 4 电路，该级电路的输入电阻 $R_{Id} = \underline{5}$ ，该级电路的输出电阻 $R_o = \underline{6}$ ， $u_{Id} = \underline{7}$ ， $u_{IC} = \underline{8}$ ， $I_{E1} = \underline{9}$ ， $I_{E2} = \underline{10}$ ， u_{O1} 包括 11~~I1~~ 的作用是 12。

最后1级是 13 电路，组态为 14，该组态的特点为 15，放大电路输入电阻最大的组态为 16， R_2 、 R_3 、 T_4 构成 17 电路，作用为 18， $u_{Omax} = \underline{19}$ 。

起主要放大作用的BJT是 20，组态为 21，该级电路的输入电阻 = 22，该级电路的输出电阻 = 23，该级电路主要考虑的失真包括 24。

T_1 至 T_6 属于PNP管的有 25，发射区多子为 26，发射结的导通电压约为 27，处在放大状态时 $U_E \underline{28} U_B$ 。

T_1 至 T_6 属于NPN管的有 29，发射区多子为 30，发射结的导通电压约为 31，处在放大状态时 $U_E \underline{32} U_B$ ，发射结温度上升时，输入特性曲线 33 移。 I_2 的作用是 34。

- 1、3
- 2、直接
- 3、低频特性好，易于集成

- 4、双端输入单端输出的差分放大
- 5、 $2r_{be1}$ （无脚标1也可以）
- 6、 R_1

- 7、 $u_{I1} - u_{I2}$
- 8、 $(u_{I1} + u_{I2})/2$
- 9、 $I_1/2$
- 10、 $I_1/2$

11、差模输出、直流输出

- 12、直流偏置、稳定静态工作点、提高共模抑制比、抑制温漂

- 13、含 U_{BE} 倍增电极的互补输出级（可以是消除交越失真的互补输出级）

14、共集

- 15、输入电阻大、输出电阻小、电压跟随、能放大电流、能放大功率

16、共基

- 17、 U_{BE} 倍增电极

18、消除交越失真

- 19、 $V_{CC} - U_{ces5}$ （无脚标5也可以）

- 20、 T_3

21、共射

- 22、 r_{be3} （无脚标3也可以）

- 23、 ∞

- 24、饱和失真、截止失真

- 25、 T_1 、 T_2 、 T_6

26、空穴

- 27、硅-0.7 V 或锗-0.2 V

- 28、>

- 29、 T_3 、 T_4 、 T_5

30、自由电子

- 31、硅 0.7 V 或锗 0.2 V

- 32、<

- 33、左

- 34、 T_3 的有源负载提高电压放大倍数、输出级的直流偏置稳定静态工作点（也可以说抑制温漂）

期末考了11作为大题的小问
这次小测要重点看一下



第3章 作业

(不交) 习题: 10-12、16-20

(要交) 习题: 1、2 (a-c) 、3
5、6、8
9

自测题: 二、三、四

绿色不用管

期末考了自测三作为大题

作业题都尽量看一下，这一章的都可能会出大题

(2) 若静态时 $u_0 > 0$, 则应减小 R_{e2} 。

当 $u_1 = 0$ 时 $u_0 = 0$, T_4 管的集电极电流 $I_{CQ4} = V_{EE}/R_{e4} = 0.6 \text{ mA}$ 。 R_{e2} 的电流及其阻值分别为

$$I_{R_{e2}} = I_{C2} - I_{B4} = I_{C2} - \frac{I_{CQ4}}{\beta} = 0.147 \text{ mA}$$

$$R_{e2} = \frac{I_{E4} R_{e4} + |U_{BEQ4}|}{I_{R_{e2}}} \approx 6.8 \text{ k}\Omega$$

电压放大倍数求解过程如下:

$$r_{be2} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ2}} \approx 35 \text{ k}\Omega$$

$$r_{be4} = r_{bb'} + (1+\beta) \frac{26 \text{ mV}}{I_{EQ4}} \approx 8.87 \text{ k}\Omega$$

$$\dot{A}_{u1} = \frac{\beta |R_{e2}| / [r_{be4} + (1+\beta) R_{e4}]}{2r_{be2}} \approx \frac{\beta R_{e2}}{2r_{be2}} \approx 19.4$$

$$\dot{A}_{u2} = -\frac{\beta R_{e4}}{r_{be4} + (1+\beta) R_{e4}} \approx -18.4$$

$$\dot{A}_u = \dot{A}_{u1} \cdot \dot{A}_{u2} \approx -357$$

图 T3.3

三、电路如图 T3.3 所示,所有晶体管均为硅管, β 均为 200, $r_{bb'} = 200 \Omega$, 静态时 $|U_{BEQ}| \approx 0.7 \text{ V}$ 。试求:

- (1) 静态时 T_1 管和 T_2 管的发射极电流。
- (2) 若静态时 $u_0 > 0$, 则应如何调节 R_{e2} 的值才能使 $u_0 = 0 \text{ V}$? 若静态 $u_0 = 0 \text{ V}$, 则 $R_{e2} = ?$ 电压放大倍数为多少?

解:(1) T_3 管的集电极电流

$$I_{C3} = (U_Z - U_{BEQ3})/R_{e3} = 0.3 \text{ mA}$$

静态时 T_1 管和 T_2 管的发射极电流

$$I_{E1} = I_{E2} = 0.15 \text{ mA}$$

- (2) 若静态时 $u_0 > 0$, 则应减小 R_{e2} 。

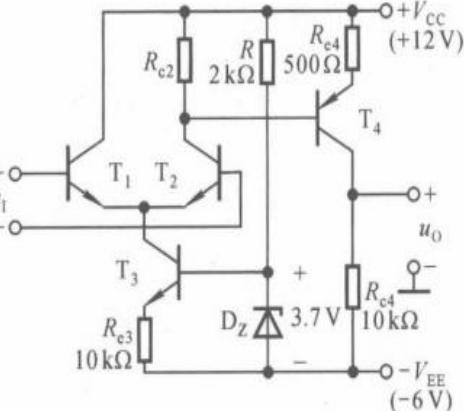


图 T3.3

第五章

了解：深度负反馈条件下理想情况下的输入电阻、输出电阻；自激振荡概念、产生原因、条件。

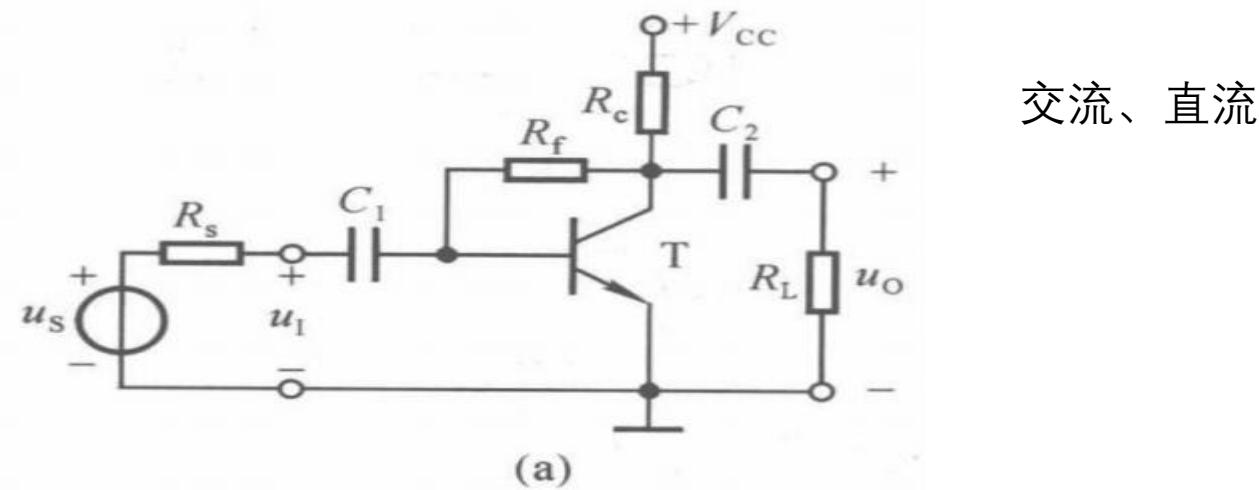
掌握：反馈的概念、反馈类型（重点是集成电路中有无引入反馈、正反馈和负反馈、直流反馈和交流反馈、交流负反馈的四种组态）的判断方法、深度负反馈条件下反馈系数、闭环放大倍数的估算方法、放大电路中引入负反馈对放大电路性能是如何影响的、如何根据需要在电路中引入合适的反馈。

表 5.1.4 交流负反馈对输入电阻和输出电阻的影响

反馈阻态	电压串联负反馈	电压并联负反馈	电流串联负反馈	电流并联负反馈
输入电阻	增大(∞)	减小(0)	增大(∞)	减小(0)
输出电阻	减小(0)	减小(0)	增大(∞)	增大(∞)

超重点，必考（期末考了不止一道）

超重点：如何判断反馈类型？反馈如何接线？反馈系数等参数怎么算？闭环放大倍数？
B站上搜一搜相关视频



第5章 作业

(不交) 习题: 1-3, 8、9

(要交) 习题: 4 (除了h) 、 5 (除了b、c)
6 (d-g) 、 7 (除了b、c)

10、11

自测题: 一、二、三

绿色部分不管

这一章蓝色部分感觉全部做完为好, 反馈一般在考试前几问, 而且一般会考很多道反馈的判断(期末好像每道大题都在考), 考试如果反馈判断错了, 可能后面的小问直接不给分了, 非常非常重要。

去网上搜一搜视频讲解, 知识点讲解和习题讲解都是, 自己看书可能看不明白!

第六章

了解：乘法、除法等运算电路。

掌握：掌握基本比例、加减、积分运算电路的结构、工作原理、运算关系和特点。利用“虚短”和“虚断”的概念分析各种运算电路输出电压和输入电压运算关系的方法，能根据需要选择/设计合适的运算电路。

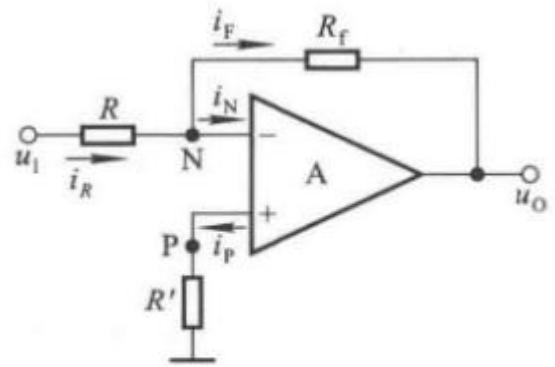


图 6.1.1 反相比例运算电路

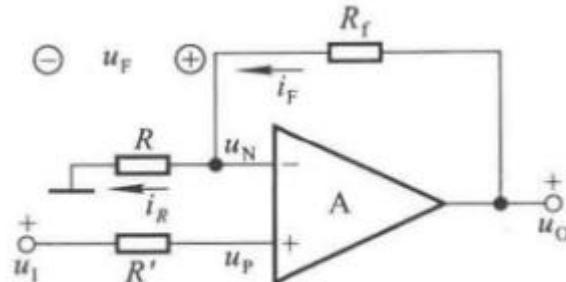


图 6.1.3 同相比例运算电路

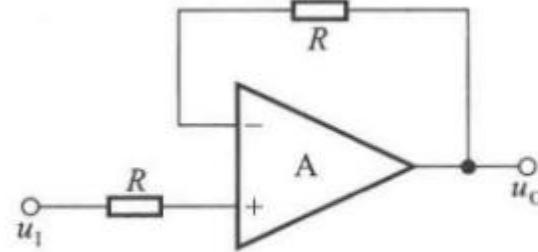


图 6.1.4 电压跟随器

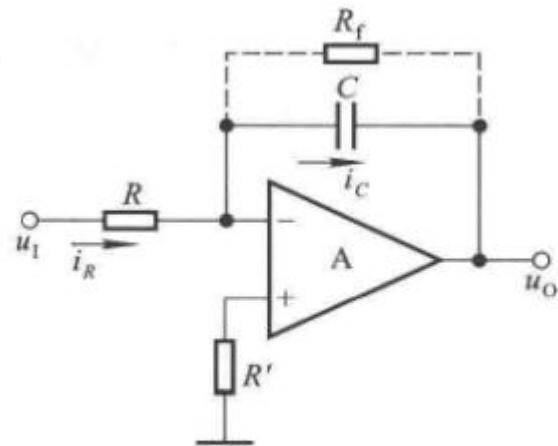


图 6.1.16 积分运算电路

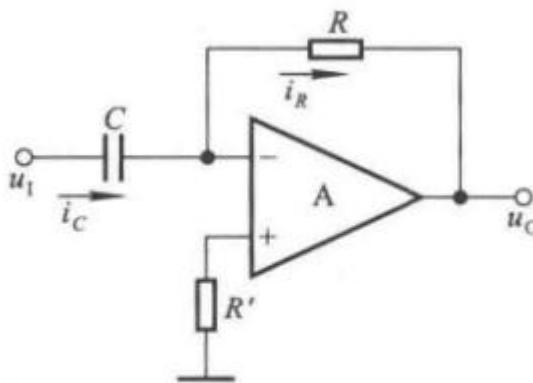


图 6.1.18 基本微分运算电路

五类基础电路要会画电路，会运用，期末最后一题就是画这些电路图

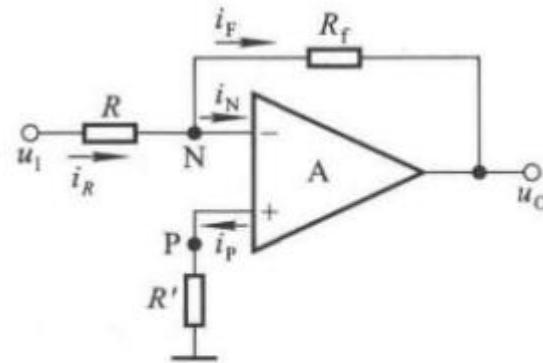


图 6.1.1 反相比例运算电路

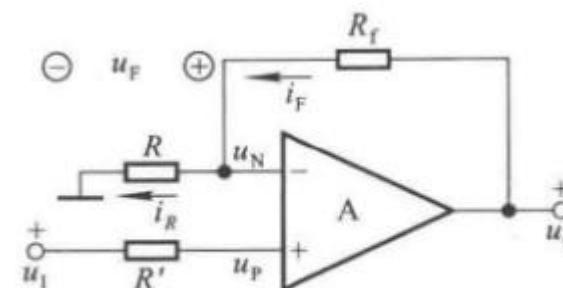


图 6.1.3 同相比例运算电路

反向比例输入电阻 R , 虚地, 共模输入为0
 同向比例输入电阻无穷大, 输出电阻为0
 平衡电阻: 保证输入级的对称性 (怎么取值?)

(哪个电路输入电阻无穷大, 期末考了选择)
 (哪个电路虚地, 期末考了选择)
 (印象中考了一道平衡电阻, 记不清位置了)

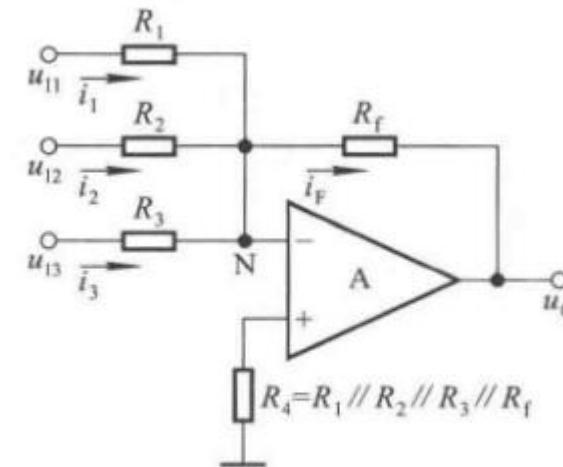


图 6.1.7 反相求和运算电路

再类比一下看看这个电路
 想一想输入电阻? 虚地? 平衡电阻?
 书上 p282 写明了, 从不同的输入端看进去输入电阻不同。
 虚地吗? 虚地
 平衡电阻怎么计算的? 图中已给出

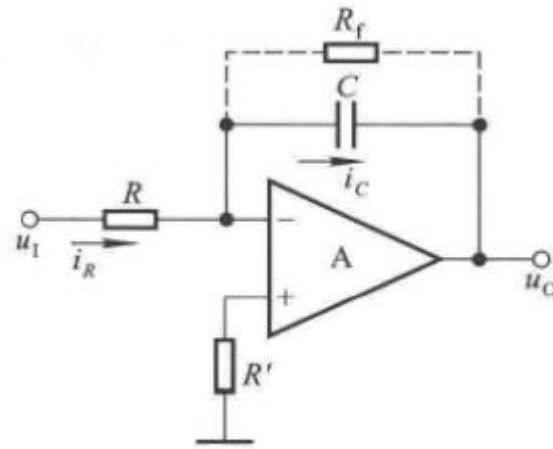


图 6.1.16 积分运算电路

$$u_o = - \frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} u_i dt + u_o(t_1)$$

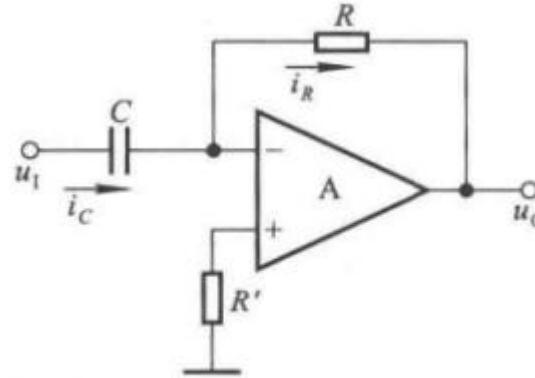


图 6.1.18 基本微分运算电路

$$u_o = - i_R R = - RC \frac{du_i}{dt}$$

期末最后一题考了画电路+画波形+公式推导

第6章 作业

(不交)习题: 1、2、13

自测题: —

(要交)习题: 1(除(6))、6、7

10

11、12

16(1)

自测题: 三(a)

绿色不用管

蓝色部分: 习题1、6、7、11最重要

6.1 填空：

- (1) _____ 运算电路可实现 $A_u > 1$ 的放大器。
- (2) _____ 运算电路可实现 $A_u < 0$ 的放大器。
- (3) _____ 运算电路可将三角波电压转换成方波电压。
- (4) _____ 运算电路可实现函数 $Y = aX_1 + bX_2 + cX_3$, a 、 b 和 c 均大于零。
- (5) _____ 运算电路可实现函数 $Y = aX_1 + bX_2 + cX_3$, a 、 b 和 c 均小于零。
- (6) _____ 运算电路可实现函数 $Y = aX^2$ 。

解：(1) 同相比例；(2) 反相比例；(3) 微分；(4) 同相求和；(5) 反相求和；(6) 乘方。

6.6 试求图 P6.6 所示各电路输出电压与输入电压的运算关系式。

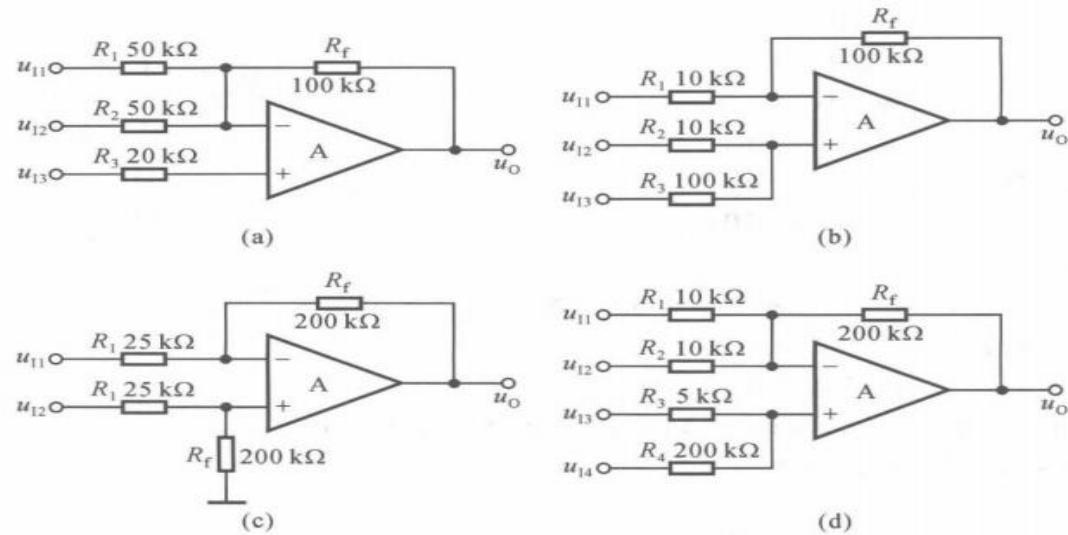


图 P6.6

解：检查图示各电路，每个集成运放同相输入端和反相输入端所接的总电阻均相等。各电路的运算关系式分析如下：

$$(a) u_o = -\frac{R_f}{R_1} \cdot u_{11} - \frac{R_f}{R_2} \cdot u_{12} + \frac{R_f}{R_3} \cdot u_{13} = -2u_{11} - 2u_{12} + 5u_{13}$$

$$(b) u_o = -\frac{R_f}{R_1} \cdot u_{11} + \frac{R_f}{R_2} \cdot u_{12} + \frac{R_f}{R_3} \cdot u_{13} = -10u_{11} + 10u_{12} + u_{13}$$

$$(c) u_o = \frac{R_f}{R_1} (u_{12} - u_{11}) = 8(u_{12} - u_{11})$$

$$(d) u_o = -\frac{R_f}{R_1} \cdot u_{11} - \frac{R_f}{R_2} \cdot u_{12} + \frac{R_f}{R_3} \cdot u_{13} + \frac{R_f}{R_4} \cdot u_{14} \\ = -20u_{11} - 20u_{12} + 40u_{13} + u_{14}$$

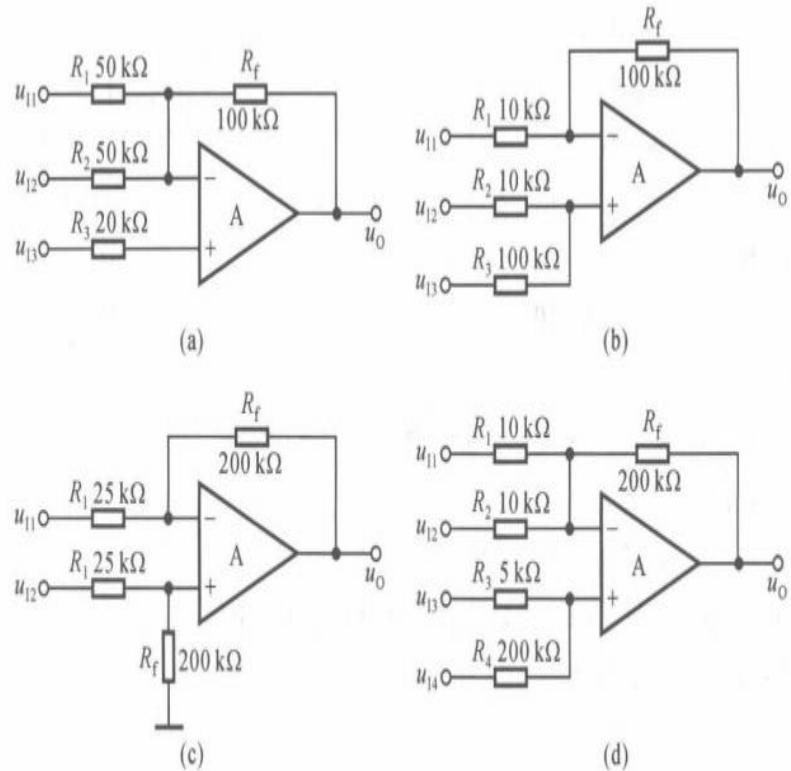


图 P6.6

6.7 在图 P6.6 所示各电路中,集成运放的共模信号分别为多少? 要求写出表达式。

解:因为集成运放同相输入端和反相输入端之间净输入电压为零,所以它们的电位就是集成运放的共模输入电压。图示各电路中集成运放的共模信号分别为

$$(a) u_{ic} = u_{13}$$

$$(b) u_{ic} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \cdot u_{12} + \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot u_{13} = \frac{10}{11}u_{12} + \frac{1}{11}u_{13}$$

$$(c) u_{ic} = \frac{R_f}{R_1 + R_f} \cdot u_{12} = \frac{8}{9}u_{12}$$

$$(d) u_{ic} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot u_{13} + \frac{R_3}{R_3 + R_4} \cdot u_{14} = \frac{40}{41}u_{13} + \frac{1}{41}u_{14}$$

6.11 在图 P6.11(a) 所示电路中, 已知输入电压 u_1 的波形如图(b) 所示, 当 $t=0$ 时 $u_0=0$ 。试画出输出电压 u_0 的波形。

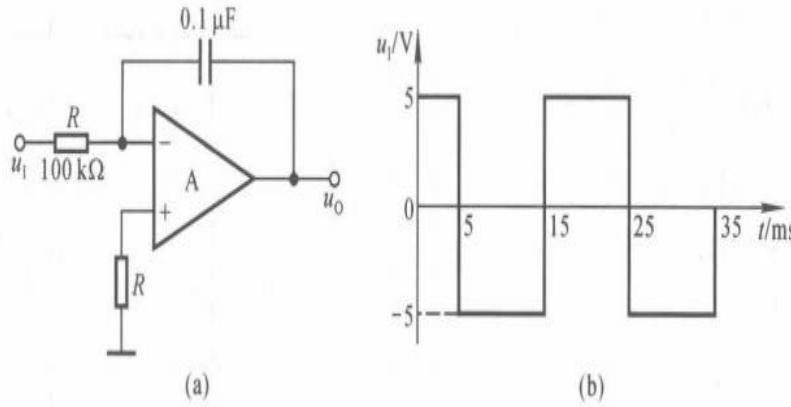


图 P6.11

解: 输出电压的表达式为

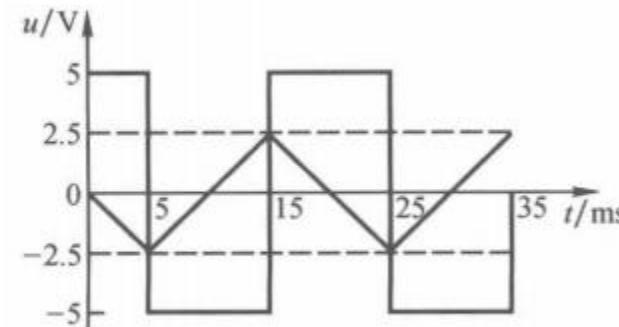
$$u_0 = -\frac{1}{RC} \int_{t_1}^{t_2} u_1 dt + u_0(t_1)$$

当 u_1 为常量时

$$\begin{aligned} u_0 &= -\frac{1}{RC} u_1 (t_2 - t_1) + u_0(t_1) \\ &= -\frac{1}{10^5 \times 10^{-7}} u_1 (t_2 - t_1) + u_0(t_1) \\ &= -100 u_1 (t_2 - t_1) + u_0(t_1) \end{aligned}$$

若 $t=0$ 时 $u_0=0$, 则 $t=5 \text{ ms}$ 时, $u_0=-100 \times 5 \times 5 \times 10^{-3} \text{ V}=-2.5 \text{ V}$ 。

当 $t=15 \text{ ms}$ 时, $u_0=[-100 \times (-5) \times 10 \times 10^{-3}+(-2.5)] \text{ V}=2.5 \text{ V}$ 。以此类推, 得 $t=25 \text{ ms}$ 时 $u_0=-2.5 \text{ V}$ 。 $t=35 \text{ ms}$ 时 $u_0=2.5 \text{ V}$ 。因此, 输出波形如图解 P6.11 所示。



图解 P6.11

第七章

了解：正弦波振荡的条件、正弦波振荡电路的组成及电路产生正弦波振荡可能性的判断方法；单限、滞回、窗口比较器用途，电压比较器电压传输特性的分析方法。

掌握：RC 桥式正弦波振荡电路的电路结构、**工作原理**、振荡频率、**起振和平衡条件**，单限、滞回、窗口比较器的各自特点，利用三要素法分析单限比较器的方法；**能利用集成运放设计满足要求的放大电路。**

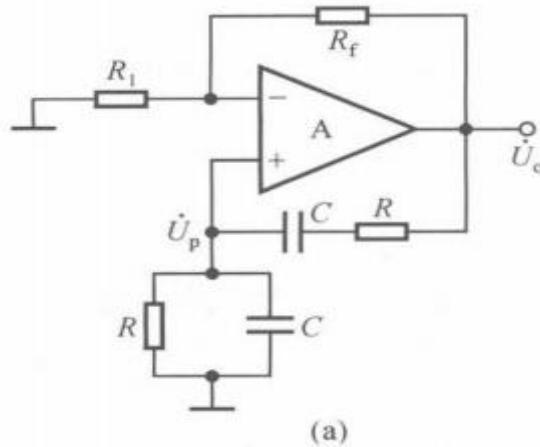


图 7.1.2 RC 桥式正弦波振荡电路

电路图的样子一定要背下来，期末最后一题考了画电路图以及叫画出对应的波形，这里的波形是正弦波，然后要记住频率是怎么算的，也是很重要的公式（这两个感觉都是必考的），注意画波形的时候，横轴时间 t 要用频率换算成周期，幅值为 U_{om}

RC 桥式正弦波振荡电路的振荡频率为

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (7.1.2)$$

为满足起振和振荡条件，负反馈网络中电阻取值应满足

$$R_f \geq 2R_1 \quad (7.1.3)$$

正弦波振荡网络由放大电路、选频网络、正反馈网络、稳幅环节组成（四个部分要背名字，期末考了填空）

一、正弦波振荡电路的组成及各部分的作用

正弦波振荡电路由放大电路、选频网络、正反馈网络和稳幅环节四部分组成。通常可用图 7.1.1 所示方框图表示，其输出量、净输入量和反馈量均为电压信号。当电路进入稳态时， $\dot{U}_o = \dot{A}\dot{F}\dot{U}_o$ ，所以正弦波振荡的平衡条件为 $|\dot{A}\dot{F}| = 1$ ，即幅值平衡条件和相位平衡条件分别为

$$\begin{cases} |\dot{A}\dot{F}| = 1 \\ \varphi_A + \varphi_F = 2n\pi \end{cases} \quad (n \text{ 为整数}) \quad (7.1.1)$$

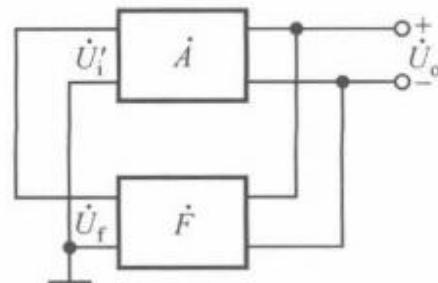
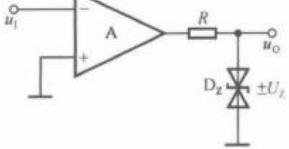
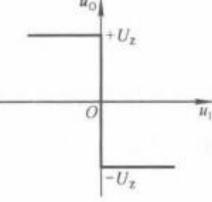
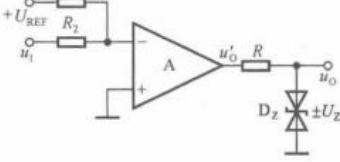
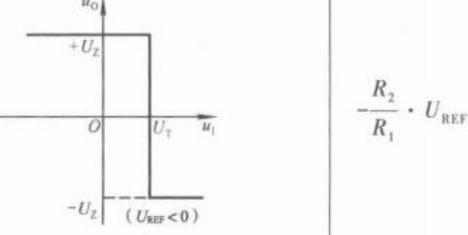
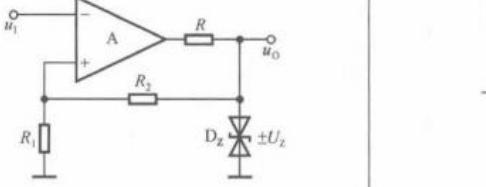
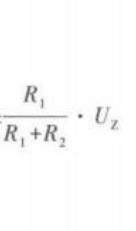
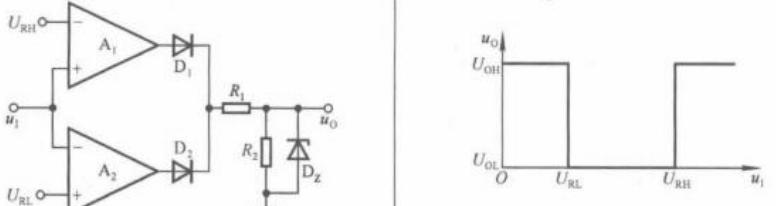


图 7.1.1 正弦波振荡

起振条件期末考了填空题

表 7.1.1 三种比较器电路及其电压传输特性

电路名称	电路	电压传输特性	U_T
过零比较器			0V
一般单限比较器			$-\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{REF}$
滞回比较器			$\pm \frac{R_1}{R_1+R_2} \cdot U_z$
窗口比较器			U_{RL}, U_{RH}

四个比较器看到要能认出名字

过零比较器和单限比较器要会根据波形画电路，也要根据电路画波形（期末最后一题）

第7章 作业

(不交) 习题: 1、2、8、16
自测题: 二、三、五

(要交) 习题: 6、7
13、14、
自测题: 四

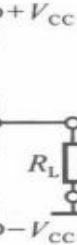
绿色不用管

蓝色部分都很重要

第八章

了解：功率放大电路的组成原则，各种功放的电路特点和优缺点，功率放大电路的应用。

掌握：功率放大电路的主要性能指标，包括最大输出功率、效率、晶体管的三个极限参数，OCL 电路和 OTL 电路的异同、工作原理、输出功率和效率的估算及晶体管的选择。

电路名称	OCL 电路	OTL 电路
电路组成		
U_{om}	$\frac{V_{cc} - U_{ces} }{\sqrt{2}}$	$\frac{V_{cc}/2 - U_{ces} }{\sqrt{2}}$
P_{om}	$\frac{(V_{cc} - U_{ces})^2}{2R_L}$	$\frac{[(V_{cc}/2) - U_{ces}]^2}{2R_L}$
η	$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V_{cc} - U_{ces} }{V_{cc}}$	$\eta = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{\frac{V_{cc}}{2} - U_{ces} }{\frac{V_{cc}}{2}}$
特点	双电源供电, 效率较高, P_{om} 决定于 V_{cc} , 低频特性好	单电源供电, 效率较高, P_{om} 决定于 $V_{cc}/2$, 低频特性差

期末填选考了一道几个电源供电、考了一个Uom, 这部分都是直接背的
然后要区分一下这两个电路的区别

电路名称	OCL 电路	OTL 电路
输入端耦合方式	直接耦合	直接耦合或阻容耦合
输入方式	对地输入	对地输入
输出端耦合方式	直接耦合	阻容耦合
输出方式	对地输出	对地输出
功放管个数	2	2

3个极限参数, 前年考了

为了尽可能充分利用功放管, 常使之工作在尽限应用状态; 即功放管流过的最大电流接近其 I_{CM} , 承受的最大管压降接近其 $U_{(BR)CEO}$, 损耗的最大集电极功率接近其 P_{CM} 。 I_{CM} 、 $U_{(BR)CEO}$ 和 P_{CM} 分别为晶体管的最大集电极电流、c-e 间能够承受的最大电压和集电极最大耗散功率。在功放电路中应按上述三个极限参数来选择功放管, 而且还需按手册给出的测试条件安装散热器, 以保证功放管安全工作。在集成功放中, 还采用过流、过压和过热保护电路来保护功放管。

第8章 作业

(选做) 习题: 1-3、5、6

(要交) 习题: 4、7、9-11
12、13

自测题

选做基本不用看

8.11 期末考了一道和这个很像的大题

8.9、8.10比较复杂，比较有难度，选择性看一看，时间充裕可以直接把这两道背了

8.11 在图 P8.11 所示电路中，已知 $V_{cc} = 15 \text{ V}$ ， T_1 和 T_2 管的饱和管压降 $|U_{ces}| = 1 \text{ V}$ ，集成运放的最大输出电压幅值为 $\pm 13 \text{ V}$ ，二极管的导通电压为 0.7 V 。

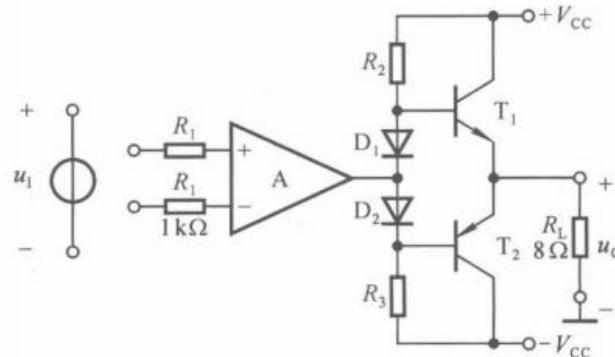


图 P8.11

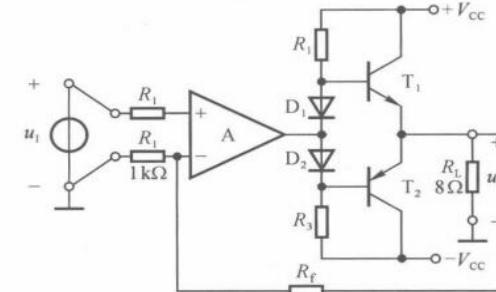
- (1) 若输入电压幅值足够大，则电路的最大输出功率为多少？
- (2) 为了提高输入电阻，稳定输出电压，且减小非线性失真，应引入哪种组态的交流负反馈？画出图来。
- (3) 若 $U_i = 0.1 \text{ V}$ 时， $U_o = 5 \text{ V}$ ，则反馈网络中电阻的取值约为多少？

解：(1) 输出电压幅值和最大输出功率分别为

$$u_{o\max} \approx 13 \text{ V}$$

$$P_{om} = \frac{(u_{o\max}/\sqrt{2})^2}{R_L} \approx 10.6 \text{ W}$$

(2) 应引入电压串联负反馈，电路如图解 P8.11 所示。



图解 P8.11

(3) 在深度负反馈条件下，电压放大倍数为

$$\hat{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} \approx 1 + \frac{R_f}{R_1} \quad \hat{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = 50$$

因为 $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ，所以 $R_f \approx 49 \text{ k}\Omega$ 。

第九章

了解：单相桥式整流电路的分析和估算，电容滤波电路的分析和估算，稳压管稳压电路的分析和限流电阻的估算，串联型稳压电路的原理。

掌握：直流稳压电源的组成及各部分的作用，单相桥式整流电路的分析和输出平均电压与平均电流的估算，电容滤波电路的分析和输出平均电压与平均电流的估算，串联型线性稳压电路的基本原理。

9.1.1 直流电源的组成及各部分的作用

直流稳压电源将交流电转换成直流电，由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路组成，如图 9.1.1 所示，每个方框输出的波形也如图所示。

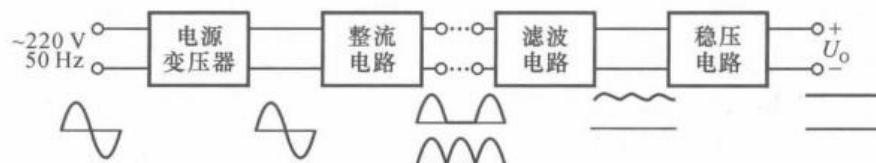
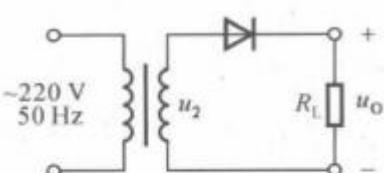
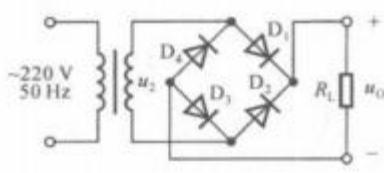
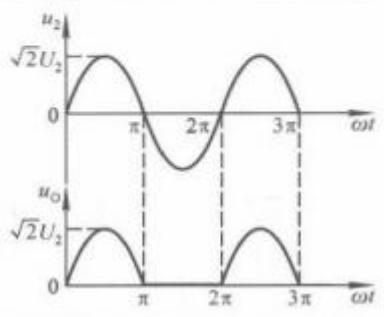
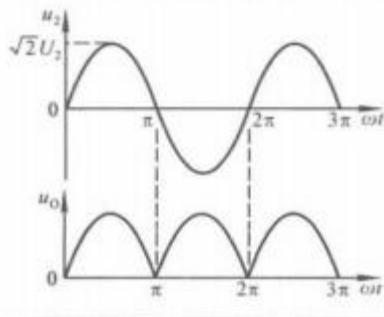


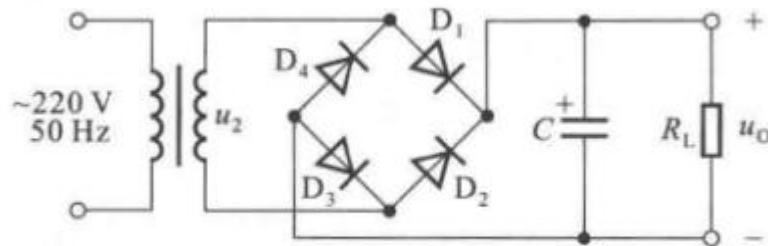
图 9.1.1 直流稳压电源的方框图

电源变压器将 50 Hz 、 220 V 的电网电压变换成合适幅值的交流电，多数情况下实现降压。
整流电路将交流电压变为脉动的直流电压，有半波整流和全波整流之分。滤波电路减小电压的脉动使直流电压平滑。

整流电路作用：交流电压变脉动的直流电压（期末考了填空）

相应的，可以记一下滤波电路作用：减小电压的脉动使直流电压平滑

电路名称	半波整流	桥式整流
电路组成		
输入电压和输出电压的波形		
$U_{o(AV)}$	$\approx 0.45 U_2$	$\approx 0.9 U_2$



(a)

当负载开路,即 $R_L = \infty$ 时, $U_{o(AV)} = \sqrt{2} U_2$ 。当 $R_L C = (3 \sim 5) T/2$ 时,

$$U_{o(AV)} \approx 1.2 U_2$$

第9章 作业

(不交) 自测题:

— (1-5)

—
四

自测题二要背一下，印象中期末考了，有时间最好一二四都看一下

- 二、在图 9.3.1(a) ^① 中，已知变压器二次电压有效值 U_2 为 10 V, $R_L C \geq \frac{3T}{2}$ (T 为电网电压的周期)。测得输出电压平均值 $U_{o(AV)}$ 可能的数值为

A. 14 V B. 12 V C. 9 V D. 4.5 V

选择合适答案填入空内。

- (1) 正常情况 $U_{o(AV)} \approx$ _____;
(2) 电容虚焊时 $U_{o(AV)} \approx$ _____;
(3) 负载电阻开路时 $U_{o(AV)} \approx$ _____;
(4) 一只整流管和滤波电容同时开路, $U_{o(AV)} \approx$ _____。

解:(1) B (2) C (3) A (4) D

