

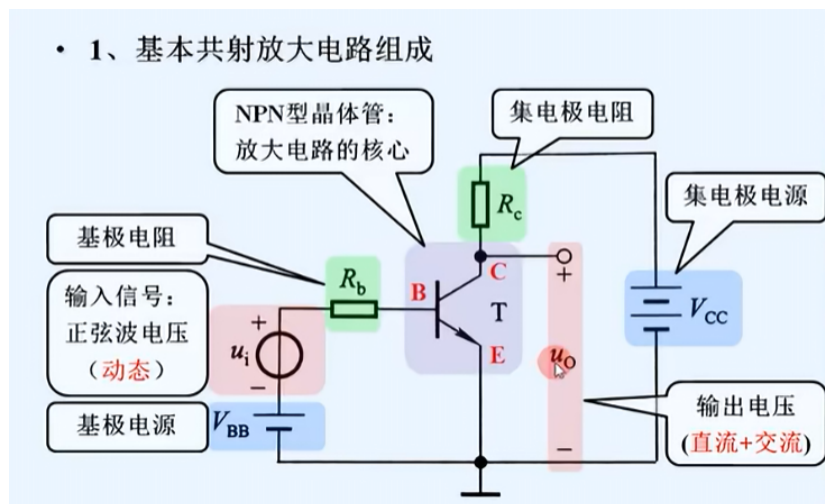
# 作业6

罗思翰

2026年6月19日

## 1 第一题

### 1.1 共射放大电路



输入回路与输出回路共用发射极，输入电压加在基极与发射极之间，输出电压加在集电极与发射极之间。共射放大电路具有较大的电压增益和较大的输入阻抗，适用于需要较大增益的场合。

#### 1.1.1 输入回路交流与直流电接在一起

- 错误直接混接：会引发严重故障甚至安全事故
- 经过电路设计的合理叠加：可得到脉动直流电

在这里给交流小信号叠加一个直流偏置，让三极管工作在放大区，实现对交流信号的正常放大，这也是交直流混合应用的常见场景

- 交流电：输入信号，放大后输出
- 直流电：提供偏置电压，使晶体管工作在适当的区域

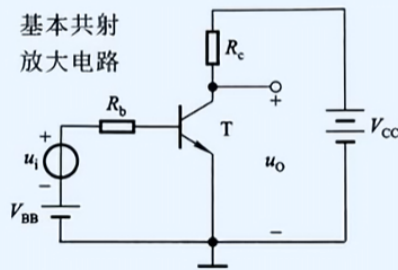
### 1.1.2 输出回路

- 集电极电源  $V_{CC}$  使晶体管的集电结反偏（即  $U_{CE} \geq U_{BE}$ ），从而使晶体管工作在放大状态。此时，晶体管集电极电流  $I_C = \beta I_B$
- $V_{CC}$ 、 $I_C$  和  $R_c$  共同决定管压降  $U_{CE} = V_{CC} - I_C R_c$ 。

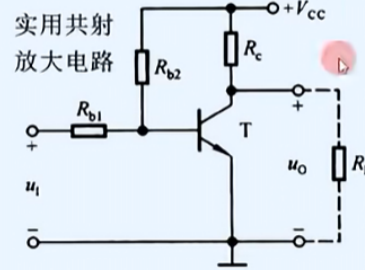
### 1.1.3 共地

#### • 一、实用放大电路

在实用放大电路中，为了防止干扰，常要求输入信号、直流电源、输出信号均有一端接在公共端，即“地”端，称为“共地”。

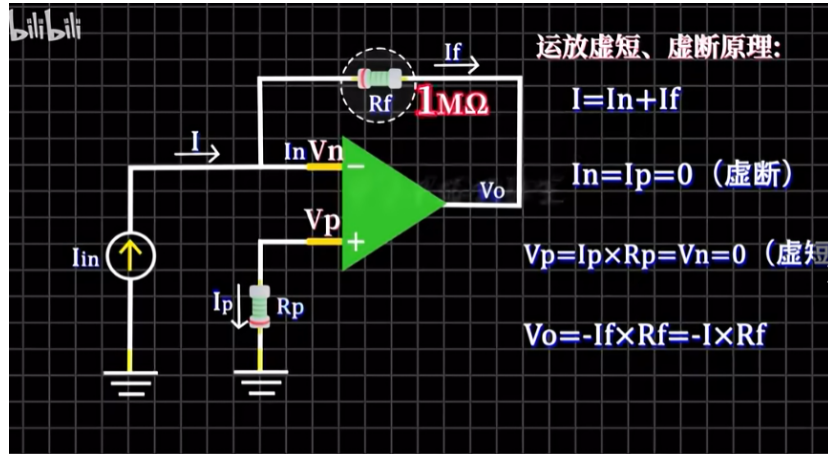


- 两种电源： $V_{BB}$ 、 $V_{CC}$ 。
- 输入信号与放大电路不共地。



- 两个电源合二为一。
- 输入信号与放大电路共地。

## 1.2 跨组放大器



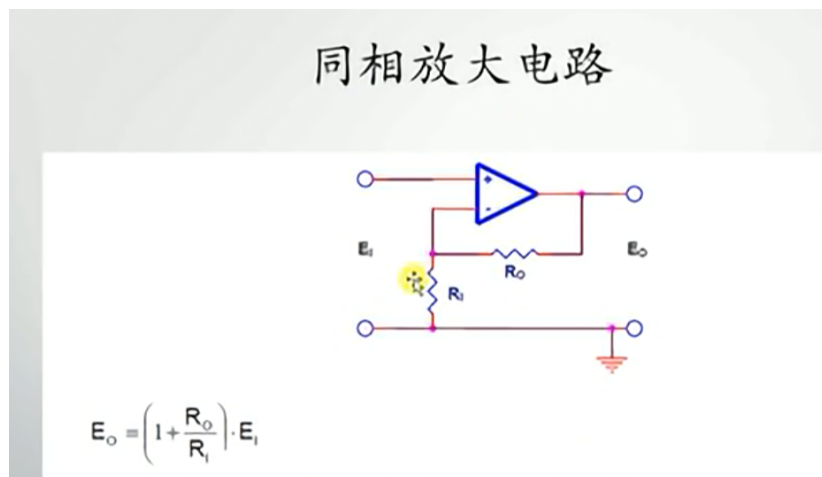
把电流放大成电压

## 1.3 电压放大器

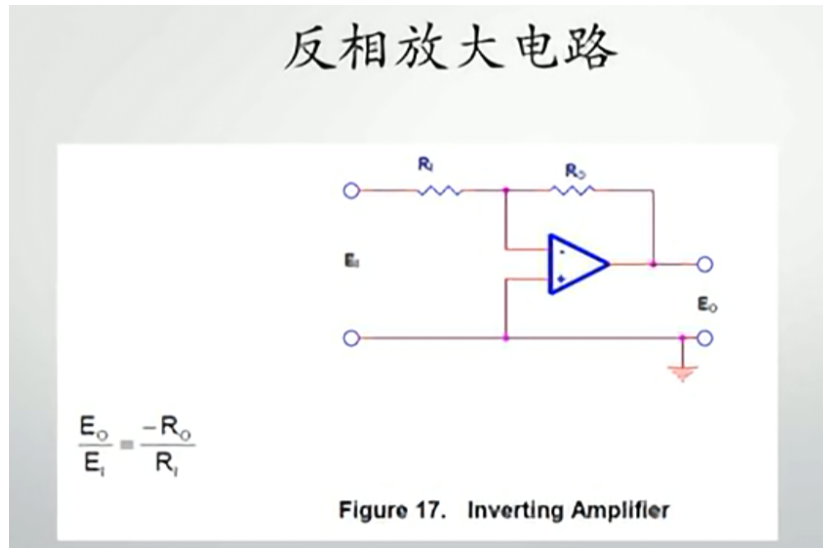
电压放大器的本质是能量转换：它依靠外部直流电源提供能量，通过放大元件（晶体管、运算放大器等）将输入小电压的变化，按比例复制为幅度更大的输出电压，过程中保持信号的波形和相位关系不变，仅放大电压幅值。

基于运算放大器

### 1.3.1 同向放大电路



### 1.3.2 反向放大电路



## 1.4 三个电路关系、区别、应用场景

### 1.4.1 内在联系

- (1) **共射放大电路是最基础的放大单元**：从电路结构上看，共射放大电路是分立元件放大器的最基本形式。运放内部的第一级往往就是差分共射放大电路。因此，共射放大是后两者的“积木块”。
- (2) **TIA本质上是一种特殊的电压放大器**：TIA 可以看作是一个带有电流输入接口的电压放大器——输入电流在反馈电阻上产生压降，这个压降被运放以电压放大的方式处理。不同之处在于 TIA 的输入接口被设计为“虚地”以接纳电流信号。
- (3) **三者都依赖直流电源提供能量**：无论哪种放大器，输出信号的能量都来自直流电源，输入信号只是“控制”能量释放的比例，而非直接提供能量。这是所有线性放大器的共同原理。

## 1.4.2 核心区别

表 1: 三种放大电路对比

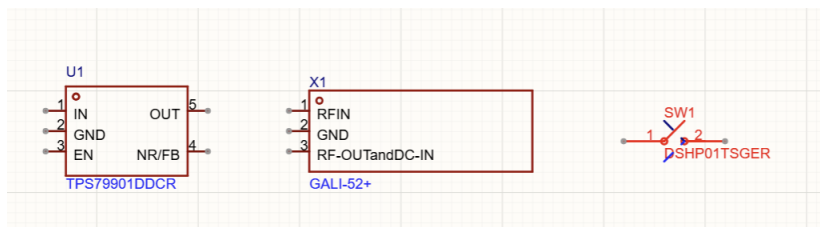
特性	共射放大电路	跨阻放大器(TIA)	电压放大器
输入量	电压 ( $V_{in}$ )	电流 ( $I_{in}$ )	电压 ( $V_{in}$ )
输出量	电压 ( $V_{out}$ )	电压 ( $V_{out}$ )	电压 ( $V_{out}$ )
增益类型	电压增益 (无量纲)	跨阻增益 ( $\Omega$ )	电压增益 (无量纲)
输入阻抗	中等 (几k $\Omega$ )	极低 (虚地)	极高 (同相)
核心器件	三极管(BJT)	运放 + $R_f$	运放 + $R_1, R_2$
相位关系	反相 ( $180^\circ$ )	反相 ( $180^\circ$ )	同相/反相均可
主要限制	密勒效应、 $\beta$ 离散	GBW、噪声、稳定性	GBW、转换速率

## 1.4.3 应用场景选择指南

- 信号源是电压型 + 需要高增益：优先选择共射放大电路（分立元件）或同相电压放大器（运放）
- 信号源是电流型（光电二极管、LGAD传感器等）：必须使用跨阻放大器（TIA）。电流型信号源具有极高的输出阻抗，若直接接入电压放大器，信号几乎全部损失在内阻上
- 信号源是电压型 + 需要高输入阻抗：使用同相电压放大器（运放），如仪表放大器的输入级
- 射频/高速信号：高频三极管共射放大电路或专用的射频增益块（如GALI-52+）

# 2 第二题

## 2.1 了解器件



### 2.1.1 TPS79901DDCR

#### 核心参数

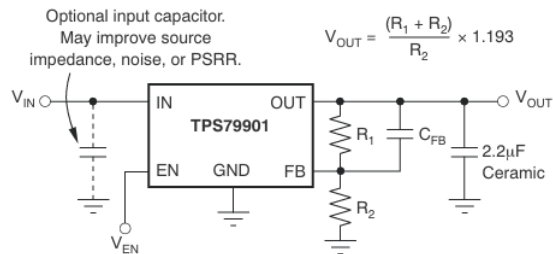
- 输入电压范围：2.7V-6.5V
- 可调输出范围：1.2V-6.5V，输出电压公式： $V_{OUT} = 1.2V \times (1 + \frac{R_1}{R_2})$
- 最大输出电流：200mA
- 内部参考电压：1.2V
- 静态电流：40  $\mu$  A
- 电源抑制比：1kHz时66dB、10kHz时51dB，对电源噪声抑制能力优秀

#### 端口

- EN：使能端
- GND：公共地
- OUT：稳压输出端，需要接 $\geq 2 \mu$  F低ESR陶瓷电容保证稳定
- IN：电压输入端，需就近放0.1  $\mu$  F高频陶瓷退耦电容
- FB：反馈端，接外部分压电阻设置输出电压

封装 SOT-23-5

参考电路 //



### 2.1.2 GALI-52+

#### 核心参数

- 带宽匹配: DC to 2 GHz
- 输出功率: 15.5dBm

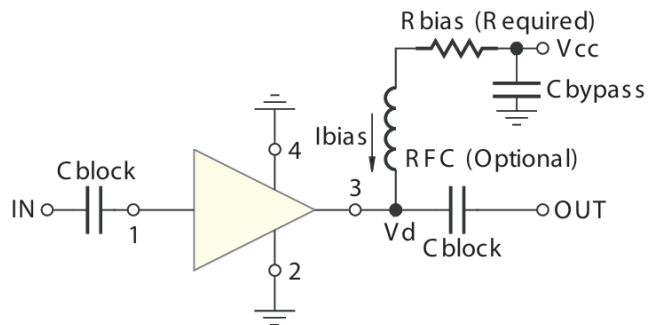
#### 端口

- FR-IN: 射频输入, 需要外接隔直电容, 容值匹配工作频率
- GND: 接地
- RF-OUT & DC-IN: 射频输出兼供电输入, 需要同时加隔直电容 (输出端) 和射频扼流圈 (馈电用)

封装 SOT-89

参考电路 //

### Recommended Application Circuit



Test Board includes case, connectors, and components (in bold) soldered to PCB

### 2.1.3 DSHP01TSGER

开关

## 2.2 常用的阻值，电容值电感值

### 常用标准电阻阻值（E24系列，5%精度）

涵盖不同倍率的常用标称阻值（基底值，单位： $\Omega$ ）：

1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.

所有常用阻值均可由基底值乘以倍率 $10^n$ （ $n = 0, 1, 2, 3 \dots$ ）得到，例如：

10  $\Omega$ 、100  $\Omega$ 、1 k $\Omega$ 、10 k $\Omega$ 、100 k $\Omega$ 、1 M $\Omega$ 。

### 常用标准电容容值

按量级整理常用标称值如下：

- **pF级**：1 pF, 2.2 pF, 4.7 pF, 10 pF, 22 pF, 33 pF, 47 pF, 100 pF, 220 pF, 330 pF, 470 pF, 1 nF
- **nF级**：2.2 nF, 4.7 nF, 10 nF, 22 nF, 47 nF, 100 nF (0.1  $\mu$ F)
- **$\mu$ F级**：0.1  $\mu$ F, 0.22  $\mu$ F, 0.47  $\mu$ F, 1  $\mu$ F, 2.2  $\mu$ F, 4.7  $\mu$ F, 10  $\mu$ F, 22  $\mu$ F, 47  $\mu$ F, 100  $\mu$ F, 220  $\mu$ F, 470  $\mu$ F,

### 常用标准电感器值

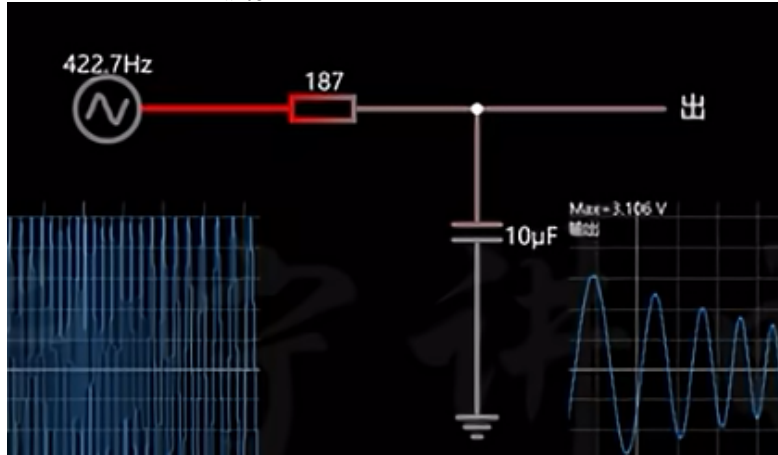
按应用场景整理常用标称值如下：

- **高频射频（nH级）**：10 nH, 22 nH, 33 nH, 47 nH, 68 nH, 100 nH
- **信号/电源（ $\mu$ H级）**：1  $\mu$ H, 2.2  $\mu$ H, 4.7  $\mu$ H, 10  $\mu$ H, 22  $\mu$ H, 47  $\mu$ H, 100  $\mu$ H, 220  $\mu$ H, 470  $\mu$ H
- **功率/储能（mH级）**：1 mH, 2.2 mH, 4.7 mH, 10 mH, 22 mH, 47 mH, 100 mH

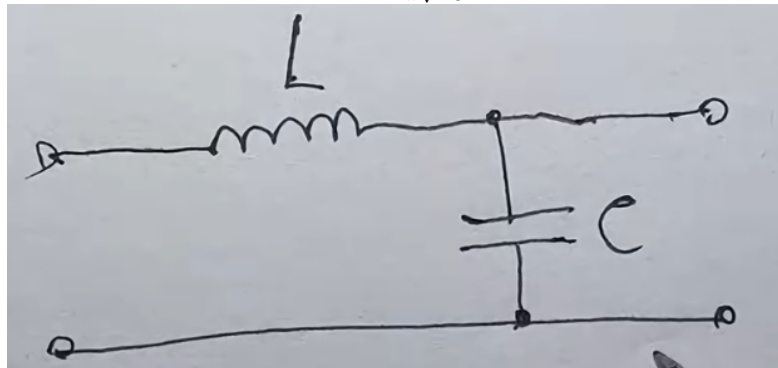
实际选型中，普通滤波、偏置电路选择E24系列即可满足需求，对精度要求较高的取样、反馈电路可选用E96（1%精度）系列的细分标称值。



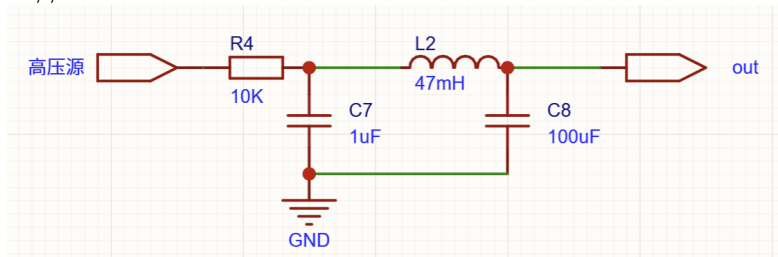
低通滤波器  $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$



LC滤波（低通） // 滤去高频  $f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$



电路 //



初始的R4, C7算出截止频率159, 太大了, 增大电阻影响功耗, 因此在电容后加0。

了解到一般后级截止频率是前级的35倍, 从常用值中凑了两个使  $f_c=73$ 。

## 2.4 PCB板

