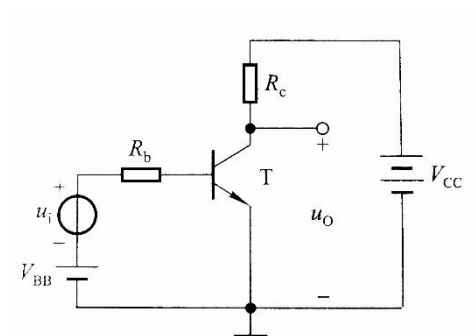


BJT 共射放大电路，以我下面这张图为例



可以看到电路结构主要是：

核心器件：NPN 三极管 T，发射极直接接地（共射命名来源）

输入：交流电压信号 u_i 经基极电阻 R_b 送入基极

输出：集电极电阻 R_c 取出放大电压 u_o

直流电源：分别提供基极偏置、集电极工作电压

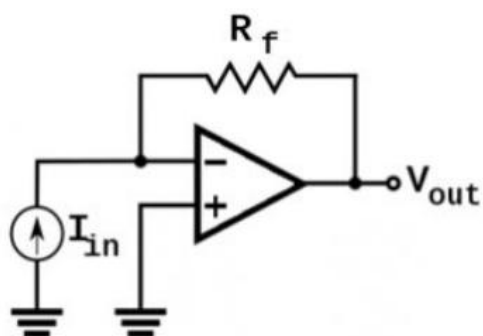
工作原理：

输入电压 u_i 改变基极电流 i_b ；三极管电流放大： $i_c = \beta i_b$ ，集电极电流被放大 β 倍； i_c 流过 R_c 转化为电压变化，输出电压与输入反相 180°

转换公式：

$$A_u = \frac{u_o}{u_i} = -\frac{\beta R_c}{r_{be}}$$

运放跨阻放大器（电流转电压专用电路）



CSDN @达西西66

电路结构：

输入为电流源 I_{in} (光电二极管、LGAD 硅探测器输出电荷电流);

同相端接地, 反相端接输入电流, 反馈支路仅跨接电阻 R_f 。

工作原理:

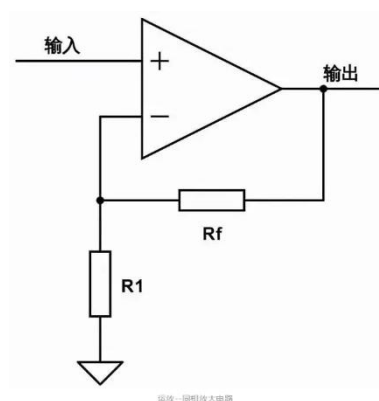
虚地特性: 反相端电位 $\approx 0V$, 输入电流 I_{in} 无法流入运放, 全部流过反馈电阻 R_f ;

电阻压降直接转化输出电压, 实现电流 \rightarrow 电压转换。

转换公式为:

$$V_{\{out\}} = -I_{\{in\}} \cdot R_f, Z_t = \{V_{\{out\}}\} / \{I_{\{in\}}\} = -R_f$$

电压放大器:



电路结构:

信号输入: 电压信号直接送入运放同相端 (+)

反馈网络: 输出端通过反馈电阻 R_f 接反相端 (-), 反相端再经电阻 R_1 接地

输出: 运放直接输出放大后的电压, 带负载能力强

工作原理 (虚短、虚断)

虚断: 运放输入端无电流, R_1 与 R_f 串联分压;

虚短: $U_+ = U_-$, 同相输入电压等于反相端分压电压;

放大公式:

$$A_u = \frac{U_{out}}{U_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

三者区别:

对比维度	BJT 共射放大电路	运放同相电压放大器	跨阻放大器 (TIA)
输入信号	电压信号	电压信号	微弱电流 / 电荷信号 (LGAD、光电管)
输入阻抗	中等 ($k\Omega$ 级别)	极高 ($M\Omega \sim G\Omega$)	近乎 0 (虚地, 适配电流源)
输出相位	输出与输入反相 180°	输出与输入同相 0°	输出与输入电流反相 180°
输出阻抗	高, 带负载差	极低, 带负载强	低
增益控制	由三极管 β 、集电极电阻决定, 精度差	由电阻比值精准控制	仅由反馈电阻决定
核心功能	分立元件低成本电压放大	高精度阻抗缓冲、后级幅度放大	电流 \rightarrow 电压转换, 探测器前端采集

三者内在关系

共射电路属于分立型电压放大器; 同相运放是集成优化型电压放大器, 二者核心功能都是放大电压信号, 只是实现器件不同; TIA 是电压放大器的特殊变形, 改变反馈结构实现电流输入。

LGAD 探测器 (输出电荷电流) \rightarrow 跨阻放大器 (I-V 转换, 把微弱电荷转成电压) \rightarrow BJT 共射放大 (初级抬升信号幅度) \rightarrow 同相电压放大器 (10 倍二级放大, 低阻抗驱动示波器) TIA: 解决探测器弱电荷采集; 共射: 低成本初级预放大;

电压放大器: 优化输出阻抗、精准放大、匹配后端测试设备。共射增加反馈电阻可简易实现 TIA; 运放电压放大器更换反馈结构 (输入接电流源) 就能变成 TIA。

分电路应用场景

(1) BJT 共射放大电路

1. 教学实验、低频简易模拟信号放大;
2. 低成本探测器一级前置放大 (如题图原始分立电路);
3. 音频低频小信号初级放大。

局限: 噪声大、带宽窄、输出阻抗高, 不适合高速 ns 级脉冲信号长期使用。

(2) 同相电压放大器 (图中电路)

1. 探测器信号后级二级放大 (本题要求 10 倍增益, 完美适配);
2. 示波器、数据采集卡输入缓冲, 驱动 50Ω 负载;
3. 传感器电压信号调理、仪表放大;

4. 射频宽带放大 (GALI-52 + 射频芯片内部为同相放大架构)。

(3) 跨阻放大器 TIA

1. LGAD、硅光电倍增管、光电二极管等辐射 / 光探测器前端;
2. 光纤通信光接收模块;
3. 微弱电荷检测、激光雷达信号采集。

核心不可替代: 只有 TIA 能无损耗采集微弱电流 / 电荷信号, 普通电压放大器输入阻抗太高, 会造成电荷流失、信号失真。