

Review Ch 7、8

2023年1月5日 19:24

多级放大电路

1. 阻容耦合

静态工作点独立；输出温漂小。

但不适合放大低频信号、不能做集成电路（大电容）

2. 直接耦合

与阻容耦合相反。

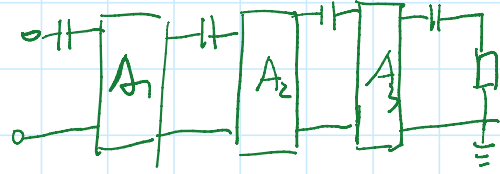
且有零点漂移现象：没有输入时，输出缓慢变化的电压。温度变化使第一级的静态工作点发生微小变化，被后级放大。

3. 变压器耦合

静态工作点独立；输出温漂小；阻抗匹配。

但不适合放大低频信号、不能做集成电路（大电容）

4. 动态分析： $\dot{A} = \prod_{j=1}^n \dot{A}_{uj}$ 在算各级放大倍数时，把下一级的输入阻抗作为负载。



差分管放大电路

信号的差模、共模拆解： $\begin{cases} v_d = v_b - v_a \\ v_{cm} = (v_a + v_b)/2 \end{cases}$ 两端分别是 $v_{cm} \pm v_d/2$

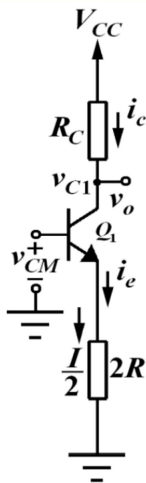
差分管静态点求解的问题： $I_{CQ1} = I_{CQ2} = I_s e^{v_{BE}/V_T}$, $v_{BE1} = v_{BE2}$ 时，与 R_{C1} 、 R_{C2} 是否相等无关。



差分管参数

1. 差模输入阻抗 $R_{id} = 2[r_{\pi} + (1 + \beta) \frac{R_w}{2}]$
2. 双端差模增益 $A_{vd} = -g_m R_c (/ / \frac{R_L}{2})$
3. 同相端 ($+\frac{v_d}{2}$) 单端差模增益： $A_{vd} = -\frac{1}{2} g_m R_c$
4. 单端共模增益： $A_{CM} = \frac{v_{c1}}{v_{CM}} = -\frac{\alpha R_c}{2R}$

主要是为了抑制零点漂移

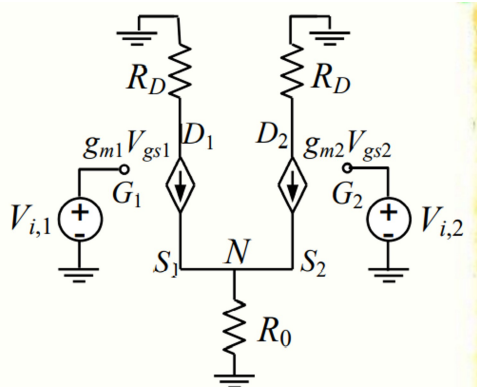


5. 共模输入阻抗：相当于半个电路输入阻抗的并联 $-R_{icm} = \frac{1}{2} r_{\pi} + (1 + \beta) R$

MOS差分电路：

参数基本一样。

N点可以看作交流地，对半分。



如果考虑M1、M2的输出电阻，则 $G_{o,d} = -g_m R_D / r_{ds}$

$$\text{差模增益 } G_{o,cm} = -\frac{g_m R_D}{1 + 2g_m r_{ds3}(R_S)}$$

输入共模范围 (ICMR) : $V_{CC} \geq v_{cm} \geq v_{GS} + v_{ON}$

CMOS (五管运放)

- (1) 差分对的负载不是线性电阻，而是PMOS镜像电流源
- (2) 结构不完全对称。

放大电路频率响应

1. 原理

$$\text{增益函数 } A(s) = A_M F_L(s) F_H(s)$$

低频响应：系统的零点和主极点决定；

高频响应：系统的主极点决定。

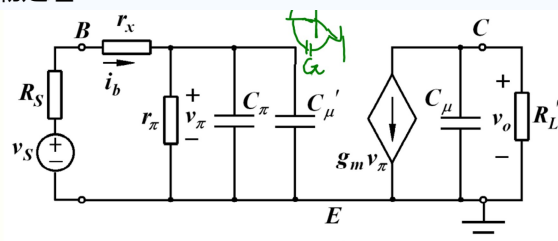


时间常数法近似计算低频、高频点

1. 短路时间常数法--低频：将其他电容短路，将其他输入信号置零， $\omega_L \approx \sum_i \frac{1}{C_i R_{is}}$
2. 开路时间常数法--高频：将其他电容开路，将其他输入信号置零， $\omega_H \approx \sum_i \frac{1}{C_i R_{io}}$

a. 寄生电容的影响

b. 米勒定理



利用密勒定理

$$C_\mu \text{ 很小 } A = V_o / V_\pi = -g_m R_L'$$

$$C_\mu' = (1 + g_m R_L') C_\mu$$

C_π 和 $C_{\mu'}$ 合成为 C_t , 不用计算 C_μ 的频率，因为 C_μ 太小了，响应点贼高

c. 常用 f_T 和某一个寄生电容求解另一个寄生电容。

d. 只考虑极间电容，不考虑耦合电容和旁路电容（即只有 C_t ）；其他电容，如反馈用的电容，看是否提高增益，若提高，应当纳入计算。

3. 中频增益，电容全部短路

2. 高频响应的概念

- 特征频率 $f_T = \frac{g_m}{2\pi(c_{b'e} + c_{b'c})} \approx \frac{g_m}{2\pi(c_{gs} + c_{gd})}$; 输出短路时, 交流小信号电流增益为1的频率, 幅频特性曲线与横坐标的交点
- 截止频率 f_β : 幅频特性曲线3dB点, 数值上 $f_T = \beta_0 f_\beta$

3. CMOS共源共栅放大电路

共源输入电阻大, 增益高, 但高频特性差; 共栅高频特性好。