

实验一：单管交流放大电路的研究

实验原理：为使放大器正常工作，需设置静态工作点Q。静态工作点应位于输出特性的放大区，当输入信号变化时，要求工作点始终位于放大区。

$$\text{静态工作点: } I_{EQ} = \frac{V_{CC}R_E - U_{BEQ}}{R_E} \quad U_{BQ} = \frac{V_{CC}R_E}{R_E + R_L + R_W} \quad U_{CQ} = V_{CC} - R_C I_{CQ} \quad (\text{具体图具体分析})$$

要求 $U_{BQ} > U_{BE}$, $U_{CQ} > U_{BEQ}$. 调节 R_W 改变工作状态。

$$\text{放大倍数: } A_u = \frac{U_o}{U_i} = -\beta \frac{R_L'}{r_{be}}$$

频率特性和通频带：当输入信号的频率过高过低时，输入电压会衰减，当增益下降到中频增益的0.707倍(3dB)时，对应高位频率为上限频率 f_H ，低位频率为下限频率 f_L ，通频带 $BW = f_H - f_L \approx 1/f_L$

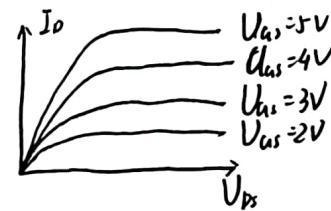
实验二：场效应管放大器

实验原理：①场效应管是一种电压控制器件，三极管是电流控制器件，CMOS通过栅极电压 U_g 控制漏极电流 I_d ， I_d 取决于 U_g ，与 U_d 无关。

②栅极无电流，输入电阻非常高

③CMOS管只利用多子

④有放时栅源短接



实验三：负反馈放大电路的研究

实验原理：反馈：将放大器输出端的信号通过反馈网络按一定的方式送到放大器的输入端，与输入信号一起参与对输出的控制。

反馈根据极性分正反馈，正反馈指反馈增强了输入信号，电路的放大倍数提高。负反馈反之电压串联负反馈对放大器电路性能的影响：

①负反馈使放大器的电压放大倍数下降

②负反馈展宽了放大器的通频带

③负反馈提高了放大器电压增益的稳定性

$$\text{④负反馈影响输入电阻和输出电阻 } R_i = \frac{U_i}{U_s - U_i} \cdot R_s, \quad R_o = \left(\frac{U_o}{U_{oL}} - 1\right) \cdot R_L$$

串联负反馈 输入电阻增加到原来的 $(1+A_{uf}F)$ 倍

并... 减少 $\frac{1}{1+A_{uf}F}$

电压 出

... 流 增加 $(1+A_{uf}F)$ 倍

实验四：集成运算放大电路的应用(1)

实验原理：理想集成运放具有开环增益无限大、输入阻抗无限大、输出阻抗为0、带宽无限大、共模抑制比无限大、失调及温漂为0等特性。

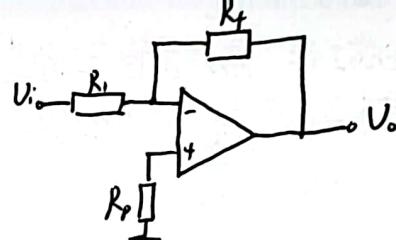
集成运放应用时两个特性：

① $U_+ = U_-$ 称为“虚短”

②流入运放两个输入端的电流为0，称为“虚断”

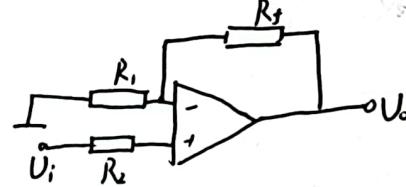
反向比例放大电路：

$$A_{uf} = \frac{U_o}{U_i} = -\frac{R_f}{R_i}$$



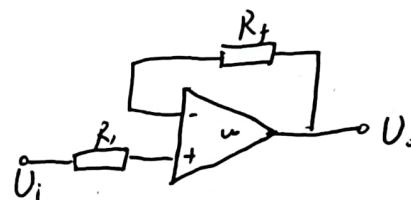
同相比例放大电路：

$$A_{uf} = \frac{U_o}{U_i} = 1 + \frac{R_f}{R_i}$$



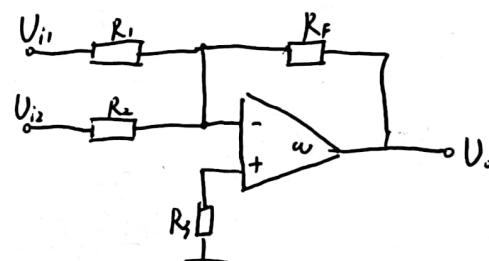
电压跟随器：

$$U_o = U_i$$



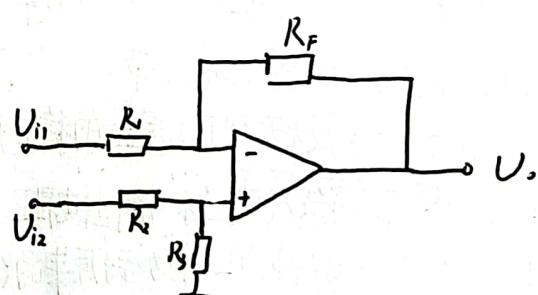
加法器

$$U_o = -\left(\frac{R_f}{R_i} U_{i1} + \frac{R_f}{R_s} U_{i2}\right)$$



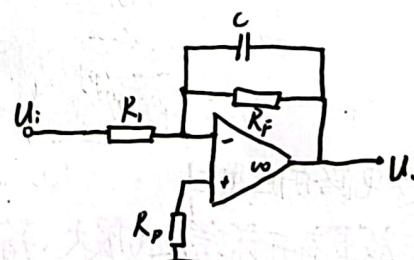
减法器

$$U_o = \left(\frac{R_s + R_f}{R_i}\right) \left(\frac{R_s}{R_s + R_f}\right) U_{i2} - \frac{R_f}{R_i} U_{i1}$$



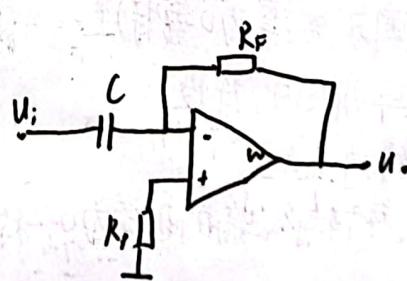
积分器

$$U_o(t) = -\frac{1}{C} \int_0^t i_c dt$$



微分器

$$U_o(t) = -R_f C \frac{dU_i}{dt}$$

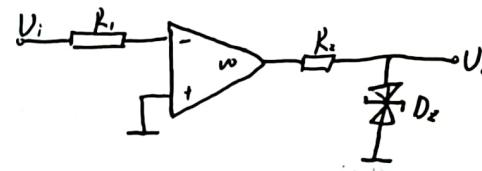
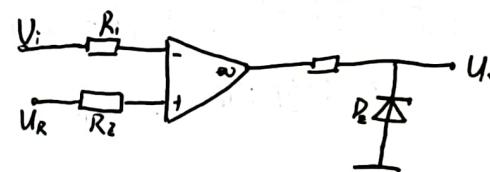
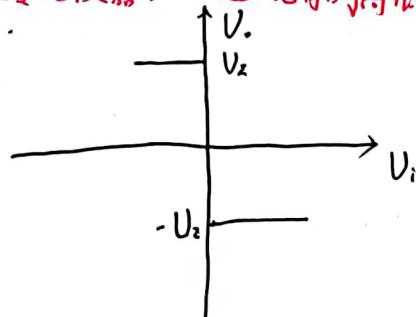


电压比较器: 将模拟量电压信号和一个参考电压相比较。在两者幅值相等的附近，输出电压产生跃变，相应输出高电平或低电压。

当 $U_i > U_R$ 时, $U_o = -U_D$

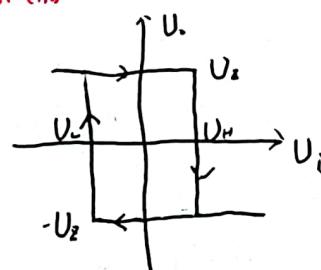
当 $U_i < U_R$ 时, $U_o = U_Z$

过零比较器: (定量记得测高低价)



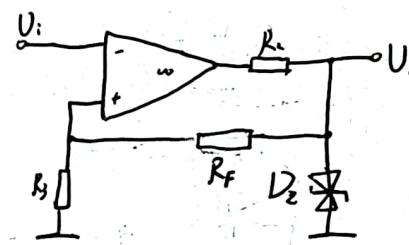
滞回比较器:

反相滞回比较器:

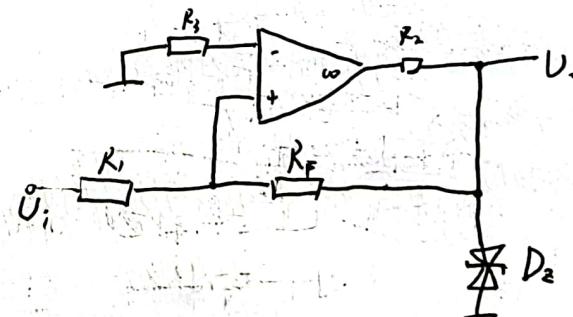
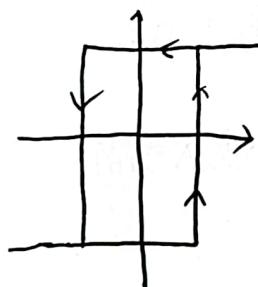


$$U_H = \frac{R_2}{R_2 + R_F} U_Z$$

$$U_L = -\frac{R_2}{R_2 + R_F} U_Z$$



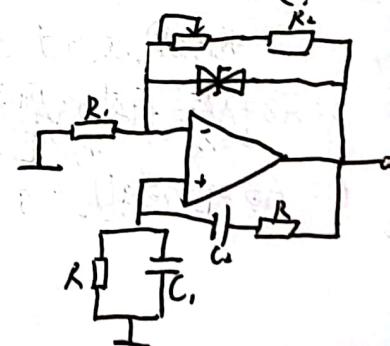
同相滞回比较器:



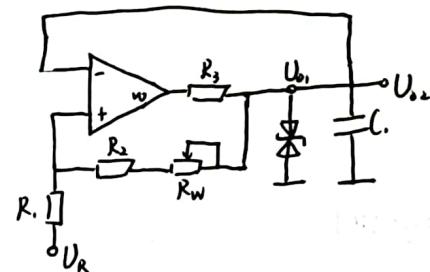
实验七：信号产生与处理电路

实验原理: 正弦发生器(KC桥式振荡器): 由同相放大器和反馈网络两部分组成。RC串-并联网络组成正反馈回路, 它具有选频的作用, R_1 和 R_2 组成同相放大器负反馈回路, 决定同相放大器放大倍数。

振荡条件: $|AF|=1$ $\omega_n + \omega_f = 2\pi$ 振荡频率 $f_o = \frac{1}{2\pi RC}$



积分式矩形波发生器: 由迟滞比较器和积分延迟环节组成，迟滞比较器方波输出 U_0 作为 RC 积分器的输入，积分电路近三角波的输出 U_1 又作为迟滞比较器的输入。当电容电压 U_0 上升到正向阈值电压 U_1^+ ， U_0 跳变为 $-U_2$ ，反之跳变为 U_3



三角波发生器: 将方波信号通过积分电路转换得到

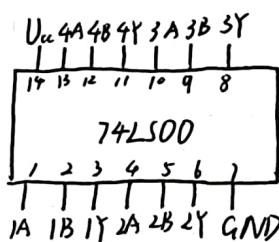
实验八：TTL集成逻辑门参数

实验原理: 平均功耗 P

TTL逻辑门工作于开态(输出低电平)和关态(输出高电平)时，电源电流值是不同的。电路处于稳定开态时的空载功耗称为空载导通功耗 P_L ：

$$P_L = I_{EL} \times U_{DD}$$

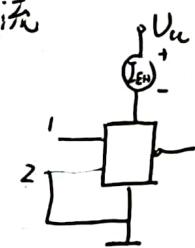
I_{EL} 为开态空载导通电源电流，与非门输入悬空，输出空载时的电源电流。



电路处于稳定关态时的空载功耗称为空载截止功耗 $P_H = I_{EH} \times U_{DD}$

I_{EH} 为关态空载截止电源电流，与非门输入端至少有一个接地，输出空载时的电源电流。

$$\text{平均功耗 } P = \frac{P_L + P_H}{2}$$



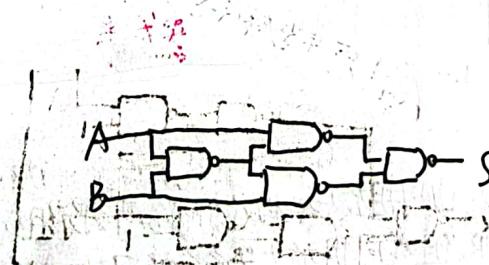
(2) 输入短路电流 I_{IS} :

输入端接地时流经输入端的电流 I_{IS} 。某个输入端通过电流表接地，其余各输入端悬空。输出空载。

(3) 扇出系数 $N_o = \frac{I_{OLmax}}{I_{IS}}$ ， I_{OLmax} 为 U_{DD} 不大于 0.35V 允许灌入输入端的最大负载电流。

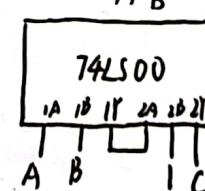
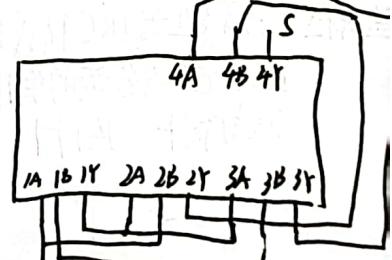
与门

A	B	S	C
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



$$S = \overline{AB} + \overline{A}\overline{B} = ((A'B)'(AB')')' = ((AB)'A)'((AB)'B)'$$

$$C = AB = ((AB)' \cdot 1)'$$



半加器

A	B	S	D
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0



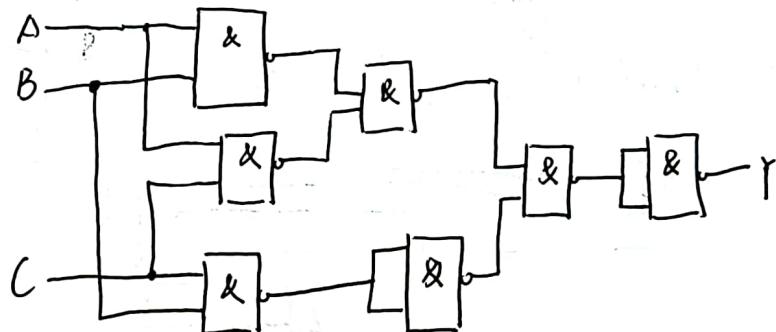
S同加法器

$$D = A'B = \overline{A} + ((AB)'B)' \cdot 1'$$

三个表决电路

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$\begin{aligned} Y &= AB + BC + AC \\ &= [(AB)'(BC)'(AC)']' \\ &= \{((AB)'(AC)')' ((BC)'(BC)')' \}' \end{aligned}$$



实验九：译码器和数据选择电路

实验原理：译码：将每个输入的二进制代码，译成对应输出的高低电平信号

译码器除了实现译码功能外，还可以作为数据分配器使用 74LS138

数据选择器根据地址码的控制，从多路输入数据中选择一路作为输出 74LS153

实验十：组合逻辑电路设计实验

实验原理：组合逻辑电路任何时刻的输出仅取决于该时刻的输入信号，而与这一时刻前电路原来的状态没有任何关系

组合逻辑电路的设计方法：

(1) 分析逻辑关系，列出真值表

(2) 根据真值表写出逻辑表达式，化简得到最简表达式

(3) 按化简后的逻辑表达式，对照真值表进行功能检查

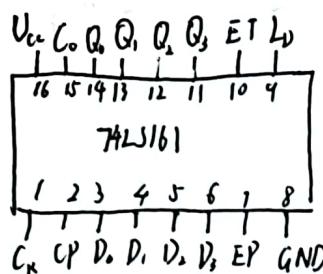
(4) 选择元器件和电路类型（与非门、或非门、与或非门）

(5) 选择器件应充分利用扇出系数，力求用最少的门获得最佳效果

实验十一：触发器基本功能测试

实验原理：就数电书上的 SR、JK、D 触发器

实验十二：任意进制分频器



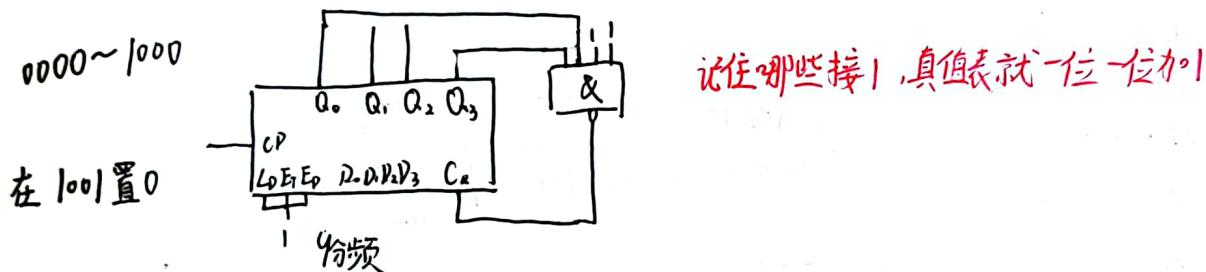
清零端 $C_R=0$ 时， $Q_0 \sim Q_3$ 立即全为 0，这是异步复位功能

当 $C_R=1, L_D=0$ 时，CP 上升沿作用后， Q_3, Q_2, Q_1, Q_0 与 D_3, D_2, D_1, D_0 的状态相同，这是同步置数功能

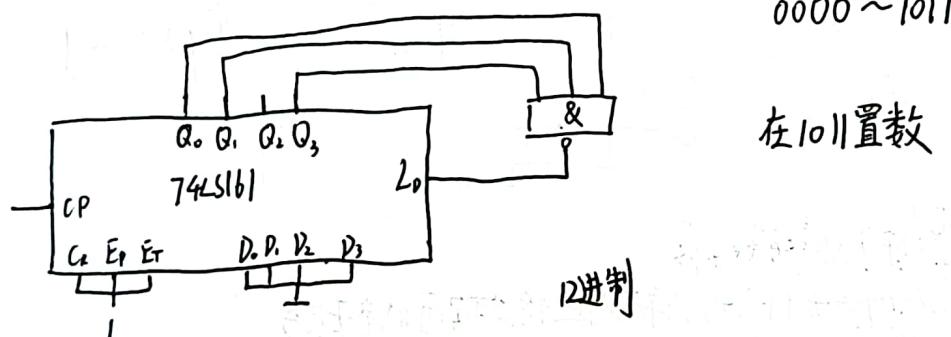
当 $C_R=L_D=1$ ，EP 与 ET 中有一个为 0 时，不计数，输出端保持状态不变

当 $C_R=L_D=ET=EP=1$ 时，CP 上升沿后，计数器加 1， $C_o = Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 ET$

异步清零：利用一个与非门和 C_R ，当到分频数时 C_R 置为 0



同步置数：利用 $C_R=1, L_D=0$ 时的同步置数功能



实验十三：集成移位寄存器

实验原理：移位寄存器的功能是当时钟控制脉冲有效时，寄存器中有储的数据同时顺序向高位（左移）或向低位（右移）移动一位，所以，移位寄存器的各触发器状态必须同时变化，为同步时序电路。数据可以按序逐位从最低位或最高位串行输入移位寄存器，所以移位寄存器的数据输入、输出方式有串/并行输入/串/并行输出。

实验十四：555定时器典型应用实验

实验原理：由 555 定时器构成单稳态电路： R_1 接高电平 U_{cc} ，触发信号 U_I 从低电平触发端 \bar{T}_R 输入，三极管 T_D 的集电极输出 $DISC$ 端通过电阻 R 接 U_{cc} ，构成反相器，反相器输出 ($DISC$) 同时接电容 C ，555 定时器的高电平触发端 T_H 也与 $DISC$ 端相连，从而构成单稳态触发器。该单稳态触发器的输出脉冲宽度 $t_w = 1.1RC$

(2) 用555定时器构成多谐振荡器：高、低电平触发输入TH与 \bar{T}_R 相连作为输入，电压控制端CO接0.01μF电容滤波， R_0 端接高电平。三极管T₁集电极上拉电阻 R_A 至电源 U_{cc} 构成反相器，反相器输入DISC通过 $R_B C$ 积分电路反馈至输入TH和 \bar{T}_R ，组成自激多谐振荡器。

电容充电时，电路的暂稳态持续时间为 $t_{w1} = 0.7(R_A + R_B)C$ 。放电时暂稳态持续时间为 $t_{w2} = 0.7R_B C$ 。
占空比为 $q = \frac{t_{w1}}{t_{w1} + t_{w2}} = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$ ，通过改变电阻 R_A 与 R_B 和 C 的参数，即可改变振荡信号频率