

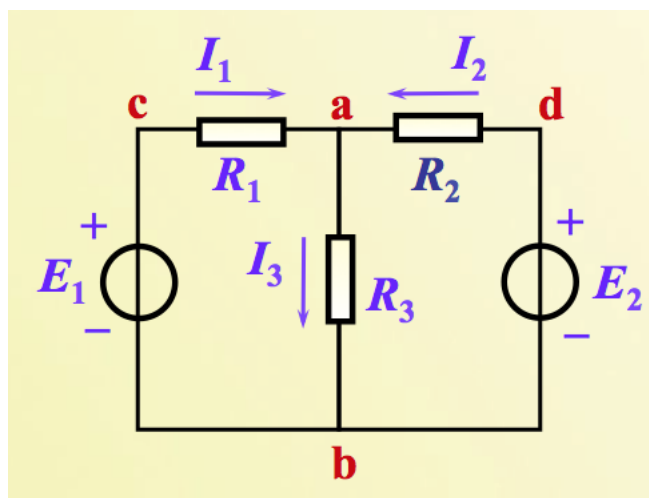
计算机电路基础课程知识点

1. 基尔霍夫定律。要求：

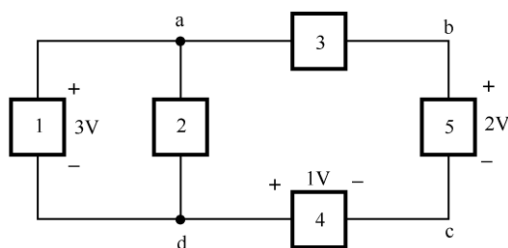
- 熟练掌握 KCL 列写方程的方法。
- 熟练掌握 KCL 列写方程的方法。

例题：

1-1 列出 a 点 KCL 方程，以及左右两个网孔的 KVL 方程。（见授课课件）



1-2 在下图所示电路中，（1）选 d 为参考点，求 V_a 、 V_b 和 V_c ；（2）选 c 为参考点，求 V_a 、 V_b 和 V_d 。



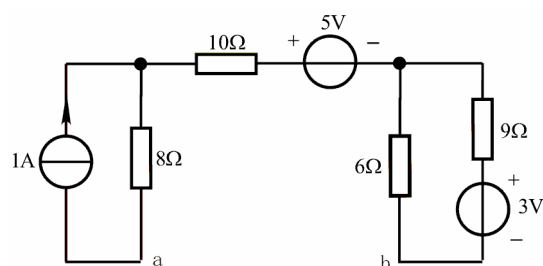
解 （1）当选 d 为参考点时， $V_a = u_{ad} = 3V$

$$V_b = u_{bd} = u_{bc} + u_{cd} = 2 - 1 = 1V ; V_c = u_{cd} = -1V$$

（2）当选 c 为参考点时， $V_a = u_{ad} + u_{dc} = 3 + 1 = 4V$

$$V_b = u_{bc} = 2V ; V_d = u_{dc} = 1V$$

1-3 试求图所示电路的 U_{ab} 。



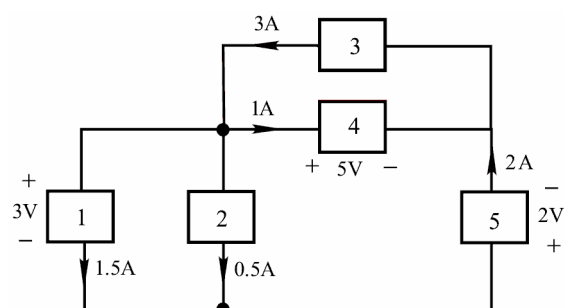
解 $U_{ab} = -8 \times 1 + 5 + \frac{6}{6+9} \times 3 = -1.8V$

2. 参考方向。要求：

- 电压和电流参考方向是否关联
- 元件功率

例题：

2-1 求下图中各元件的功率，并指出每个元件是吸收还是发出（产生）功率。



解 $P_1 = 3 \times 1.5 = 4.5W$ （吸收）；

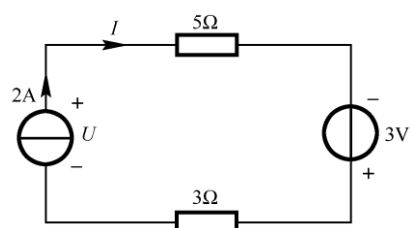
$P_2 = 3 \times 0.5 = 1.5W$ （吸收）

$P_3 = -5 \times 3 = -15W$ （产生）；

$P_4 = 5 \times 1 = 5W$ （吸收）；

$P_5 = 2 \times 2 = 4W$ （吸收）

2-2 求下图中的电流 I 、电压 U 及电压源和电流源的功率。



解 $I = 2A$ ；

$U = 5I - 3 + 3I = 13V$

电流源功率： $P_1 = -2 \cdot U = -26\text{W}$ （产生），即电流源产生功率 26W 。

电压源功率： $P_2 = -3 \cdot I = -6\text{W}$ （产生），即电压源产生功率 6W 。

3. 欧姆定律。要求：

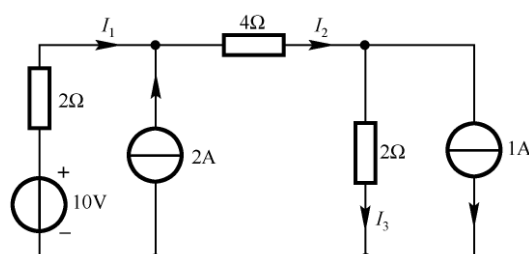
- a) 熟练掌握电阻串并联等效电阻的求解
- b) 熟练掌握分压公式与分流公式

4. 支路电流法。要求：

- a) 熟练掌握支路电流法
- b) 方程个数

例题：

4-1 利用支路电流法求图中各支路电流。



解 根据 KCL、KVL 列方程有

$$\begin{cases} I_1 = I_2 - 2 \\ I_2 = I_3 + 1 \\ 2I_1 + 4I_2 + 2I_3 = 10 \end{cases}$$

整理得 $2 \times (I_2 - 2) + 4I_2 + 2 \times (I_2 - 1) = 10$

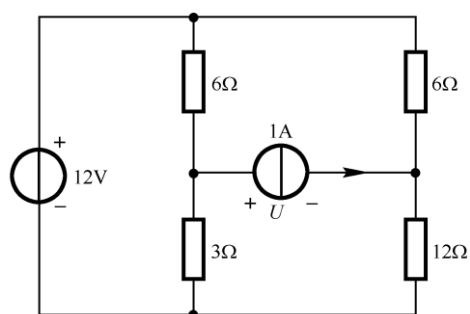
解得 $I_1 = 0\text{A}$; $I_2 = 2\text{A}$; $I_3 = 1\text{A}$

5. 叠加定理。要求：

- a) 不同电源类型在置 0 时的区别
- b) 各分电路分析

例题：

5-1 用叠加原理求图所示电路的电压 U 。



解：12V 电压源单独作用：

$$U' = \frac{3}{3+6} \times 12 - \frac{12}{6+12} \times 12 = -4V$$

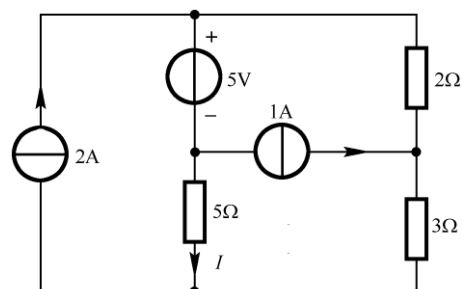
1A 的电流源单独作用：

$$U'' = -1 \times \left(\frac{3 \times 6}{3+6} + \frac{6 \times 12}{6+12} \right) = -6V$$

由叠加原理得

$$U = U' + U'' = -10V$$

5-2 用叠加原理求图所示电路的电流 I 。



解：2A 电流源单独作用：

$$I' = \frac{2+3}{5+3+2} \times 2 = 1A$$

5V 的电压源单独作用：

$$I'' = -\frac{5}{2+3+5} = -0.5A$$

1A 电流源单独作用：

$$I''' = -\frac{2}{5+3+2} \times 1 = -0.2A$$

由叠加原理得

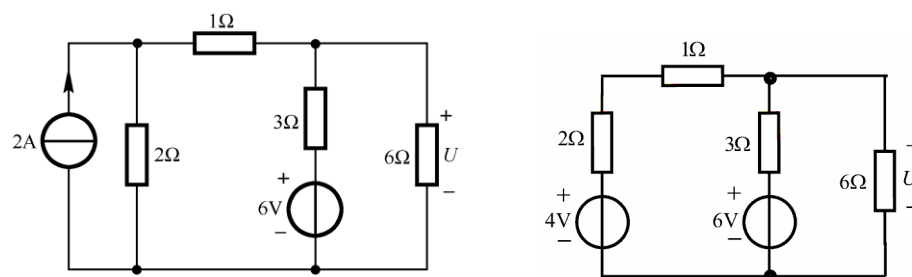
$$I = I' + I'' + I''' = 0.3\text{A}$$

6. 戴维南定理。要求：

- 定义
- 开路电压求解
- 等效电阻求解

例题：

6-1 戴维南定理求图所示电路的电压 U 。



图(a)

解：利用电源等效变换等效成图（a）所示电路，再将 6Ω 电阻支路开路求 U_{OC}

$$U_{OC} = \frac{4-6}{2+1+3} \times 3 + 6 = 5\text{V}$$

$$R_0 = \frac{(1+2) \times 3}{1+2+3} = 1.5\Omega$$

$$U = \frac{6}{1.5+6} \times 5 = 4\text{V}$$

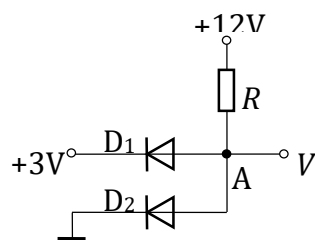
7. 二极管电路分析。要求：

- 理想二极管的工作状态判断
- 单个二极管、多个二极管
- 之后求解其他物理量

例题：

7-1 在下图电路中，设 D_1 、 D_2 为理想二极管。要求：

- 求 A 点电位 V_A ；
- 说明 D_1 、 D_2 的工作状态。



解：D2 优先导通，D1 截止，则 $V_A = 0V$ 。

7-2 分析判断下图所示各电路中二极管是导通还是截止，并计算电压 U_{ab} ，设图中的二极管都是理想的。

解：（a）断开 VD， $U_D = 5 + 5 = 10V > 0$ ，VD 导通， $U_{ab} = -5V$ ；

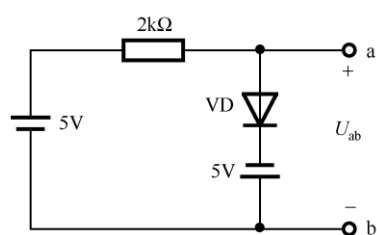
（b）断开 VD， $U_D = 1 - \frac{2}{2+3} \times 5 = -1V$ ，VD 截止 $U_{ab} = \frac{2}{2+3} \times 5 = 2V$ ；

（c）断开 VD₁ VD₂， $U_{D1} = 12V, U_{D2} = -5 + 12 = 7V$ ，所以 VD 优先导通，

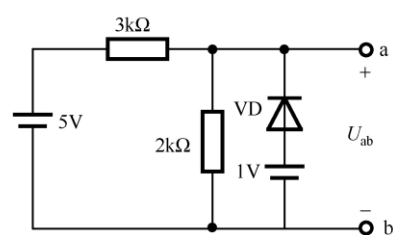
$U_{D1} = -5V$ ，VD₂ 截止， $U_{ab} = 0V$ ；

（d）断开 VD₁ VD₂， $U_{D1} = 12V, U_{D2} = 12 + 5 = 17V$ 所以 VD₂ 优先导通，

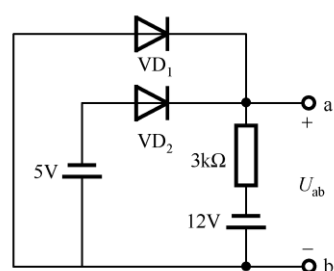
$U_{D1} = -5V$ VD₁ 截止， $U_{ab} = -5V$



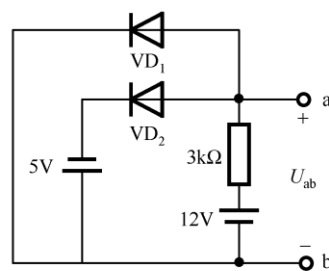
(a)



(b)



(c)

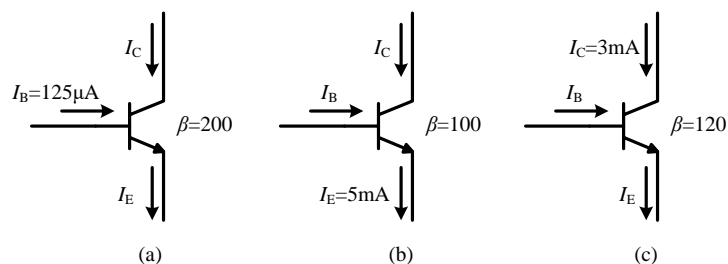


(d)

8. 三极管（晶体管）放大电路分析。要求：

- a) 共射极放大电路的特点
- b) 共射极放大电路各参数的含义
- c) 阻容耦合放大电路求解
- d) 分压偏置式共射极放大电路的求解

8-1 确定图中晶体管其它两个电流的值



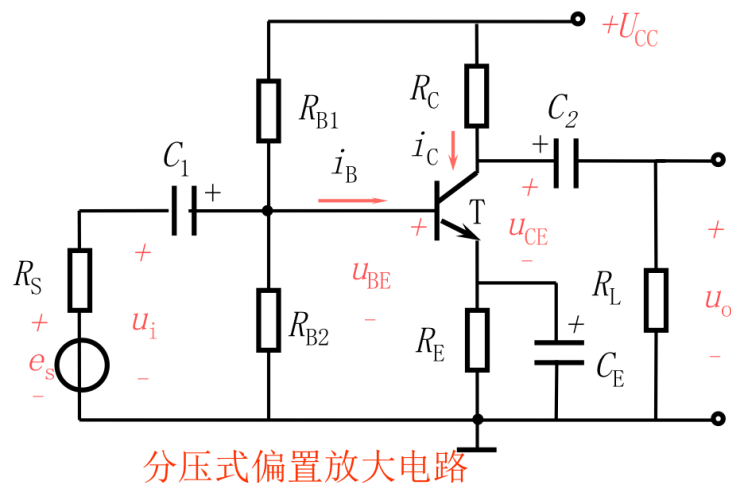
(a) $I_C = \beta I_B = 200 \times 0.125 = 25 (mA)$ $I_E = I_B + I_C = 25.125 (mA)$

(b) $I_B = I_E / (1 + \beta) = 5 / (1 + 100) = 49.5 (\mu A)$ $I_C = I_E - I_B = 4.95 (mA)$

(c) $I_B = I_C / \beta = 3 / 120 = 25 (\mu A)$ $I_E = I_B + I_C = 3.025 (mA)$

8-2 在分压式偏置放大电路中，已知 $U_{CC} = 12V$, $R_C = 2 k\Omega$, $R_E = 2 k\Omega$, $R_{B1} = 20$

$k\Omega$, $R_{B2} = 10 k\Omega$, $R_L = 6 k\Omega$, 晶体管的 $\beta = 37.5$ 。(1)试求静态值；(2)画出微变等效电路；(3)计算该电路的 A_u , r_i 和 r_o 。(见授课课件)



8-3 见作业题 10.2.12

10.2.12 在图 10.4.5 中, $U_{CC} = 12\text{ V}$, $R_C = 2\text{ k}\Omega$, $R_E = 2\text{ k}\Omega$, $R_B = 300\text{ k}\Omega$, 晶体管的 $\beta = 50$ 。电路有两个输出端。

试求: (1) 电压放大倍数 $A_{u1} = \frac{\dot{U}_{o1}}{\dot{U}_i}$ 和 $A_{u2} = \frac{\dot{U}_{o2}}{\dot{U}_i}$; (2) 输出电阻 r_{o1} 和 r_{o2} 。

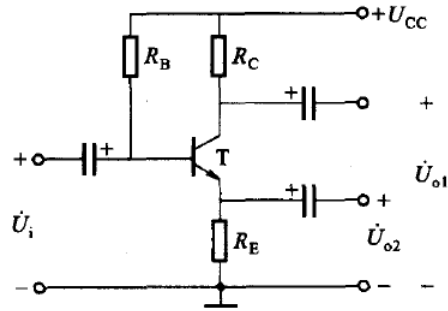


图 10.4.5 习题 10.2.12 的图

【解】 先求静态值 I_B 和 I_E

$$\begin{aligned} U_{CC} &= R_B I_B + U_{BE} + R_E I_E \\ &= R_B I_B + U_{BE} + R_E (1 + \beta) I_B \end{aligned}$$

9. 集成运算放大器应用要求:

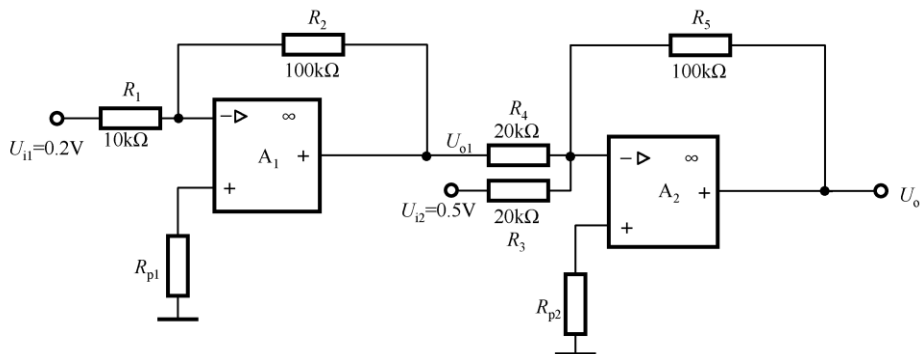
- 线性应用, 反相 / 同相比例、积分、加法、减法
- 平衡电阻
- 输入电阻
- 非线性应用, 比较器, 单限比较

9-1 电路如图所示, 假设运放是理想的: (1) 写出输出电压 U_o 的表达式, 并求出 U_o 的值; (2) 说明运放 A_1 、 A_2 各组成何种基本运算电路。

解: A_1 反相比例电路; A_2 反相加法电路

$$u_{o1} = -\frac{R_2}{R_1} u_{i1} = -10u_{i1}$$

$$u_o = -\frac{R_5}{R_3} u_{i2} - \frac{R_5}{R_4} u_{o1} = -5(u_{i2} + u_{o1}) = -5(u_{i2} - 10u_{i1}) = 7.5\text{ V}$$



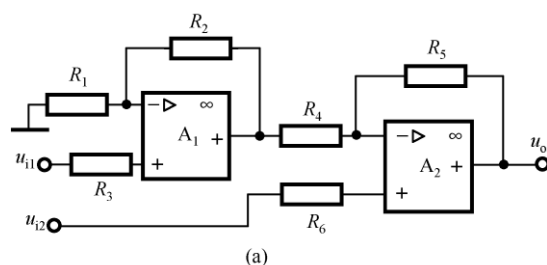
9-2 电路如图所示, 运放均为理想的, 试求输出电压 u_o 的表达式。

(a) $u_{o1} = (1 + \frac{R_2}{R_1})u_{i1}$

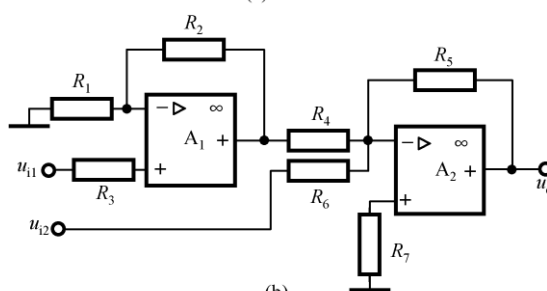
$$u_o = -\frac{R_5}{R_4} u_{o1} + (1 + \frac{R_5}{R_4})u_{i2} = -(1 + \frac{R_2}{R_1})\frac{R_5}{R_4} u_{i1} + (1 + \frac{R_5}{R_4})u_{i2}$$

$$(b) \quad u_{o1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) u_{i1}$$

$$u_o = -\frac{R_5}{R_4} u_{o1} - \frac{R_5}{R_6} u_{i2} = -\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_5}{R_4} u_{i1} - \frac{R_5}{R_6} u_{i2}$$



(a)



(b)

10. 逻辑表达式。要求：

- 化简
- 反演定律的使用
- 最简与或式
- 最小项

例题：

10-1

13. 4. 12 应用逻辑代数运算法则化简下列各式：

(1) $Y = AB + \overline{A}\overline{B} + A\overline{B}$;

(2) $Y = ABC + \overline{A}B + AB\overline{C}$;

(3) $Y = \overline{(A+B)} + \overline{A}B$;

(4) $Y = (AB + A\overline{B} + \overline{A}B)(A + B + D + \overline{A}\overline{B}\overline{D})$;

(5) $Y = ABC + (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C}) + D$

【解】 (1) $Y = AB + \overline{A}\overline{B} + A\overline{B} = AB + (\overline{A} + A)\overline{B} = AB + \overline{B} = A + \overline{B}$

(2) $Y = ABC + \overline{A}B + AB\overline{C} = AB(C + \overline{C}) + \overline{A}B = AB + \overline{A}B = (A + \overline{A})B = B$

(3) $Y = \overline{(A+B)} + \overline{A}B = (A+B) \cdot \overline{A}B = (A+B)(\overline{A} + \overline{B}) = \overline{A}B + \overline{A}B$

(4) $Y = (AB + A\overline{B} + \overline{A}B)(A + B + D + \overline{A}\overline{B}\overline{D})$

$$= (A + \overline{A}B)(A + B + D + \overline{A}\overline{B}\overline{D})$$

$$= (A + B)(A + B + D + \overline{A} + B + D)$$

$$= (A + B)$$

(5) $Y = ABC + (\overline{A} + \overline{B} + \overline{C}) + D$

$$= ABC + \overline{ABC} + D = 1 + D = 1$$

10-2

$$\begin{aligned}
 L &= ABC + AB\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC && \text{卡-威表达式} \\
 &= \bar{A}C(\bar{B} + B) + AB(\bar{C} + C) \\
 &= \bar{A}C + AB && \text{最简卡-威表达式}
 \end{aligned}$$

10-3

$$\overline{\overline{B}\overline{C} + \overline{A}C} = \overline{(\overline{B} + \overline{C}) + (A + \overline{C})}$$

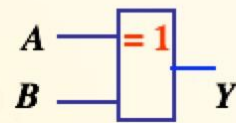
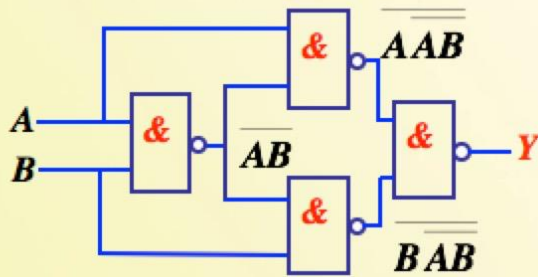
11. 逻辑门电路与表达式

- 各门电路的两种画法，与、非、或、同或、异或等等
- 根据逻辑表达式，画出逻辑门电路
- 根据逻辑门电路，写出逻辑表达式

例题：

11-1 下图所示门电路的逻辑式和功能分析

[例 2] 分析下图逻辑电路的功能。



异或门符号

状态表

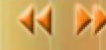
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$\begin{aligned} Y &= \overline{\overline{AAB} \overline{BAB}} = \overline{\overline{AAB} + \overline{BAB}} \\ &= \overline{A(A+B) + B(A+B)} = \overline{AB + AB} \\ &= A \oplus B \end{aligned}$$

功能：当 A、B 取值不相同，
输出为 1，是异或门。



高等教育出版社
高等教育电子音像出版社



12. 组合逻辑分析与设计

- 逻辑功能分析
- 逻辑功能与逻辑状态表（真值表）
- 由逻辑状态表（真值表）求逻辑式

例题：

题目 A：4 人表决电路

设计一个 4 人表决电路，多数通过（即当四个输入端中有三个或四个为“1”时，输出端才能为“1”），用发光二极管显示表决结果，通过点亮，否决不亮。（要求选用与非门电路实现，74LS10 和/或 74LS20）

解：设计中我们设 A、B、C、D 为表决人，若它们中有三个或三个以上同意（即为高电平 1），则表决结果通过（即表决结果 F 为高电平 1），否则表决不通过（即 F 为低电平 0）。

根据步骤一中所述作出真值表：

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0

0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

$$F=ABC+ACD+ABD+BCD$$

按要求将其化为与非式:

$$F=[(ABC)'(ACD)'(ABD)'(BCD)']'$$

题目 B: 大月指示器电路

设计一个大月（该月份天数为 31）指示器，四个二进制输入变量表示月份，发光二极管表示输出，若该月份月份为大月，则发光二极管亮，其它情况发光二极管不亮（注意任意项的处理，要求使用 74LS00 和 74LS151）。

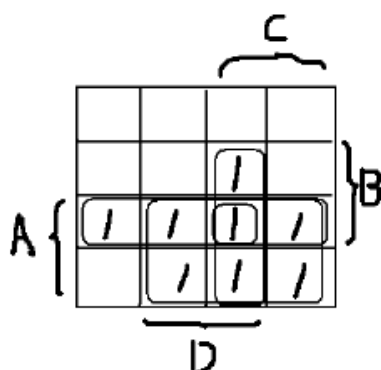
题目 C:

某特殊足球评委会由一位教练和三位球迷组成，对裁判员的判罚进行表决时，当满足以下条件即表示同意：

- （1）有三人或三人以上同意；
- （2）有两人同意，但其中一人必须是教练。

解： 1）设一位教练和三位球迷分别用 A 和 B.C.D 表示，并且这些输入变量为 1 时表示同意，为 0 时表示不同意，输出 L 表示表决结果。L 为 1 时表示同意判罚，为 0 时表示不同意。由此列出真值表：

A	B	C	D	L
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

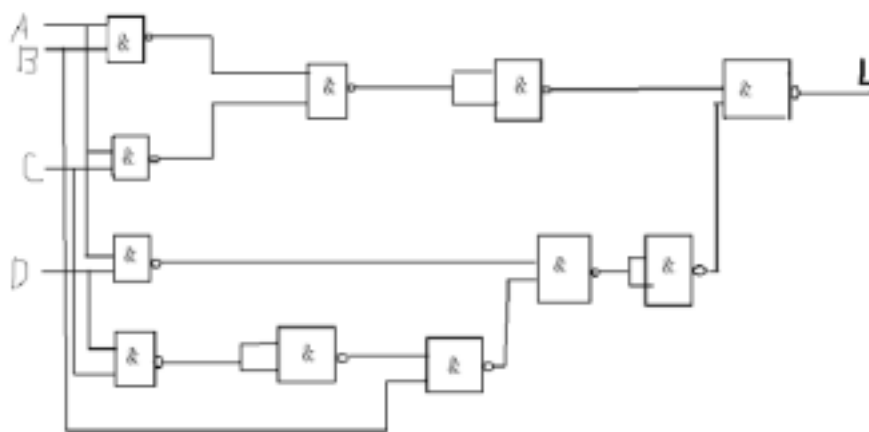


由卡诺图化简得 $L=AB+AC+AD+BCD$

由于规定只能用 2 输入与非门，将上式变换为两变量的与非——与非运算式

$$L = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{BCD}} = \overline{\overline{AB} \cdot \overline{AC} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{B \cdot CD}}$$

3) 根据 L 的逻辑表达式画出由 2 输入与非门组成的逻辑电路



13. 时序逻辑分析与设计

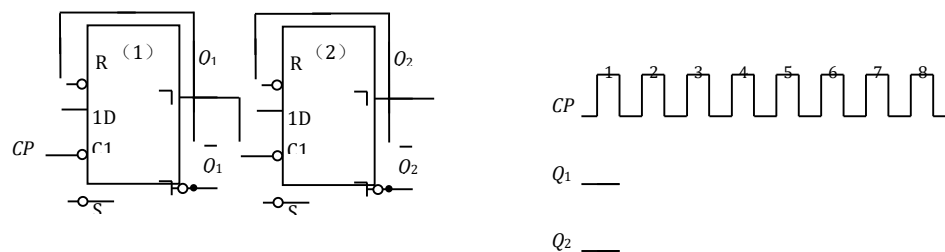
- 各种触发器功能
- JK、D 触发器为主
- JK、D 触发器多级连接后的时序逻辑分析
- 波形图的绘制。

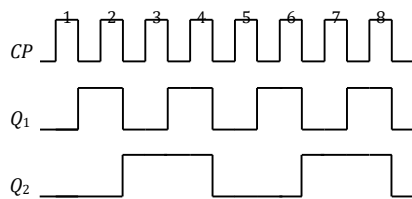
例题:

13-1 试分析下图所示电路逻辑功能，并在下题答中画出 Q_1 和 Q_2 波形。

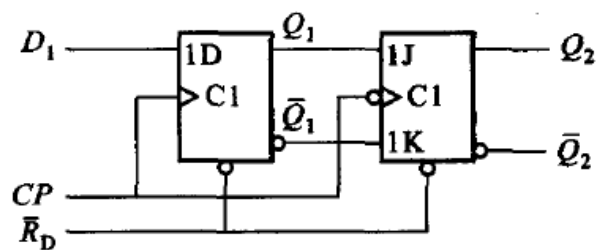
解：用两个计数 D 触发器构成了串联式 2 位二进制计数器。电路连接的特点是第一个触发器的 CP 端作为计数脉冲输入端， Q_1 与第 2 个触发器的 CP₂ 端相连，触发器的输出 Q_2Q_1 代表两位二进制数。

每一个 CP 脉冲的下降沿, 都会使 Q_1 的状态变化一次。 Q_1 的下降沿又会使 Q_2 发生变化, 两位二进制计数器的工作波形如图 7 答所示。由于两位触发器输出信号共有 4 种状态, 因此也可以认为该计数器是一个 1 位 4 进制计数器。 Q_1 和 Q_2 波形对应 CP 的输出波形如图 7 答所示。



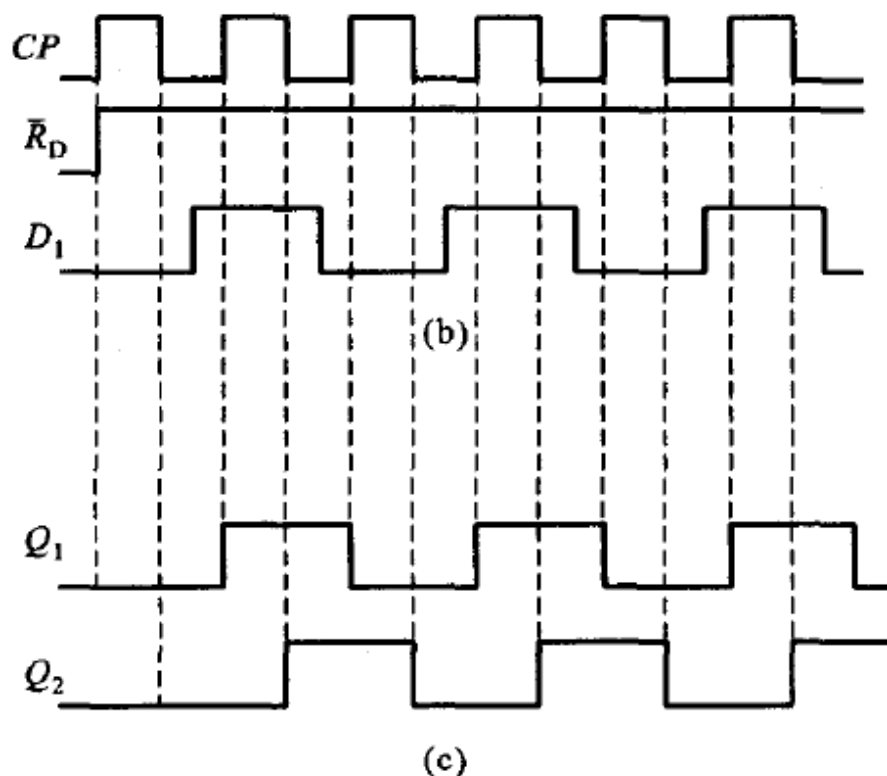


13-2 电路如图所示，请说明功能，并画出波形图。



【解】 (1) 逻辑电路如图 14. 4. 22 所示。

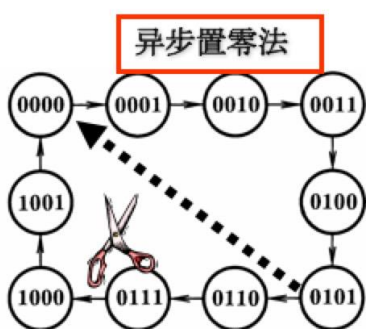
(2) 初始状态时, 因为 $\bar{R}_D = 0$, 所以 $Q_1 = 0, Q_2 = 0$ 。当第一个 CP 上升沿到来时, 因为 $\bar{R}_D = 1, D_1 = 0$, 所以 $Q_1 = 0, \bar{Q}_1 = 1$, 即 $J_2 = 0, K_2 = 1$; 当第一个 CP 下降沿到来时, $Q_2 = 0$ 。当第二个 CP 上升沿到来时, 因为 $\bar{R}_D = 1, D_1 = 1$, 所以 $Q_1 = 1, \bar{Q}_1 = 0$, 即 $J_2 = 1, K_2 = 0$; 当第二个 CP 下降沿到来时, $Q_2 = 1$ 。依次类推, Q_1 和 Q_2 的波形如图 14. 4. 21(c) 所示。



13-3 计数器芯片 161, 160 的使用

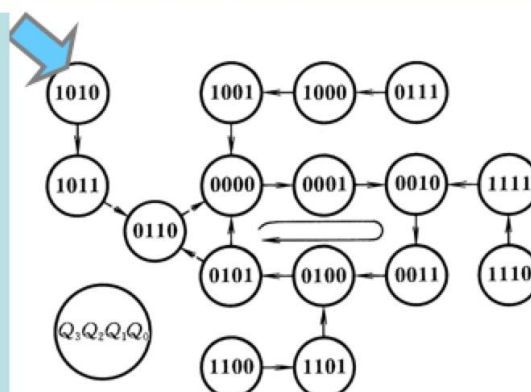
- 清零法
- 置数法

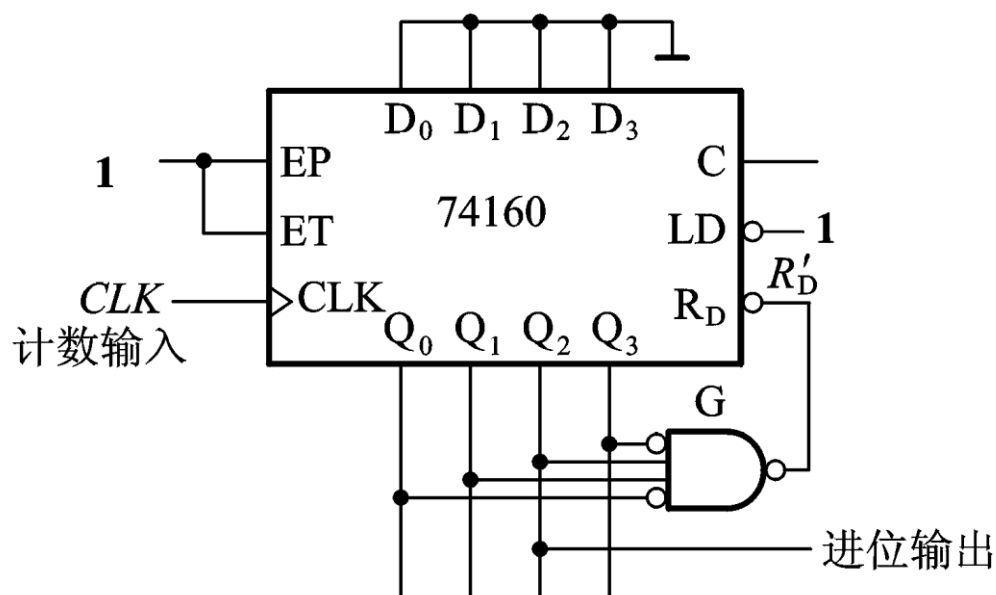
例：将十进制的74160接成六进制计数器



CLK	R'_d	LD'	EP	ET	工作状态
X	0	X	X	X	置 0 (异步)
	1	0	X	X	预置数 (同步)
X	1	1	0	1	保持 (包括C)
X	1	1	X	0	保持 (C=0)
	1	1	1	1	计数

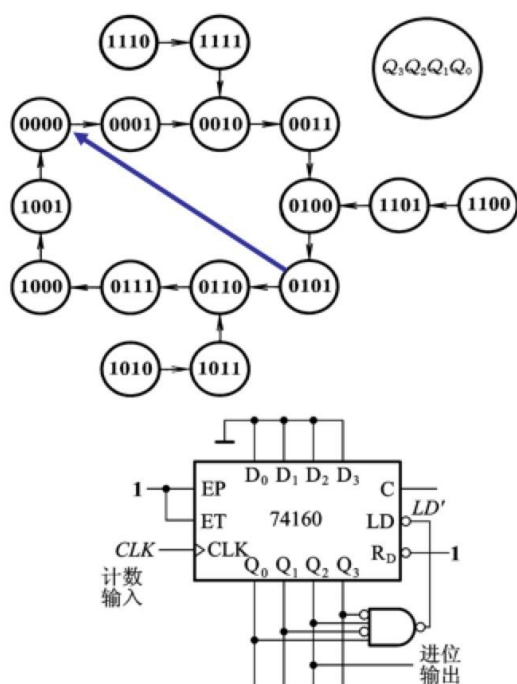
- 根据题意，对照74160状态转换图，确定产生有效复位信号 R'_d 的状态输出 $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$ (译码信号)
- 设计译码电路
—— 译码输入 $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 0110$ 时译码输出 $R'_d = 0$
- 设计进位输出C





置数法

(a) 置入0000



- 根据题意，对照74160状态转换图，确定产生有效置数控制信号 LD' 的状态输出 $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$ （译码信号）以及对应的预置状态 $D_3 D_2 D_1 D_0$
- 设计译码电路——译码输入 $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 0101$ 时译码输出 $LD' = 0$ ；预置状态 $D_3 D_2 D_1 D_0 = 0000$ 。
- 设计进位输出C