

南开大学 2007 年硕士研究生入学考试试题

学院： 信息技术科学学院

考试科目： 电子综合基础

专业： 物理电子学，电路与系统，
微电子学与固体电子学

注意：请将答案写在专用答题纸上，答在此试题上无效！

一、电磁学部分 (50 分)

1. (20 分) 填空题 (本大题共 20 小题，每小题 1 分，在答题纸上直接写出题目号，写出答案即可)

电磁学主要介绍了电现象、磁现象、电场和磁场各自与物质的相互作用、以及电场和磁场二者之间的相互作用，根据你的理解完成下列关于电磁现象的描述：

电场可大致分为静电场和感生电场 (即涡旋电场)，静电场是由 (1) 激发的，而感生电场是由 (2) 激发的。两种电场的性质也有所不同，主要体现在静电场沿任意闭合环路的线积分 (即环流量) 为 (3)，所以，静电场为 (4) 场；而感生电场沿闭合环路的线积分 (即环流量) 可表示为 (5)，所以感生电场为 (6) 场；真空中的静电场对任意闭合曲面的面积分 (即电通量) 可表示为 (7)，感生电场对任意闭合曲面的面积分 (即电通量) 为 (8)。然而，静电场和感生电场之所以都称作电场，是因为二者都具有电场最基本的性质，这一基本性质是 (9)。常见的电流除了“运流电流”和“磁化电流”外，还有“传导电流”和“位移电流”，传导电流是由电荷定向运动而形成的，而位移电流是由 (10) 产生的，二者具有本质上的不同，但之所以二者都被称作电流，是因为他们又具有共同的性质，这一共同性质就是 (11)。

电场与物质之间具有相互作用，在静电场中放入一块导体，经过很短的时间，导体内的电场就会变为 (12)；在静电场中放入一块电介质，在场源不变的情况下，电介质所处空间的电场强度与原来相比将 (13) (“保持不变”、“变强”、“变弱”，三者选其一)。

从本质上讲，激发磁场的方法可以归结为两种：一种是 (14)，另一种是 (15)；不管是哪一种方法激发的磁场，作为磁场都有一个最基本的性质，那就是 (16)；此外，所有的磁场还有一个共同的性质，那就是磁感应强度对任意闭合曲面的面积分 (磁通量) 为 (17)。

磁场与物质之间也具有相互作用，在稳恒磁场中放入一块顺磁介质，在场源不变的情况下，顺磁介质所处空间的磁感应强度与原来相比将 (18) (“保持不变”、“变强”、“变弱”，三者选其一)。

电现象和磁现象有着密切的联系，正因为如此，才会有电磁波的存在。具体地说，电磁波的产生有两个最基本的环节，一是变化的磁场可以激发电场，这一点在麦克斯韦方程组的方程 (19) (写出方程的积分形式) 中得以体现；二是变化的电场可以激发磁场，这一点在麦克斯韦方程组的方程 (20) (写出方程的积分形式) 中得以体现。

2. (10 分) 如图 1 所示，一非匀强磁场的磁感应强度的大小可以表示为 $B = \beta x$ ， β 为大于零的常数，方向垂直纸面向内。现有一边长为 a ，电阻为 R 的正方形导体框与纸面平行，且以速度 v 沿 x 轴方向运动，在某一时刻，此时导体框左沿的位置坐标为 x_0 ，求此时

导体框所受合力 F 的大小和方向。

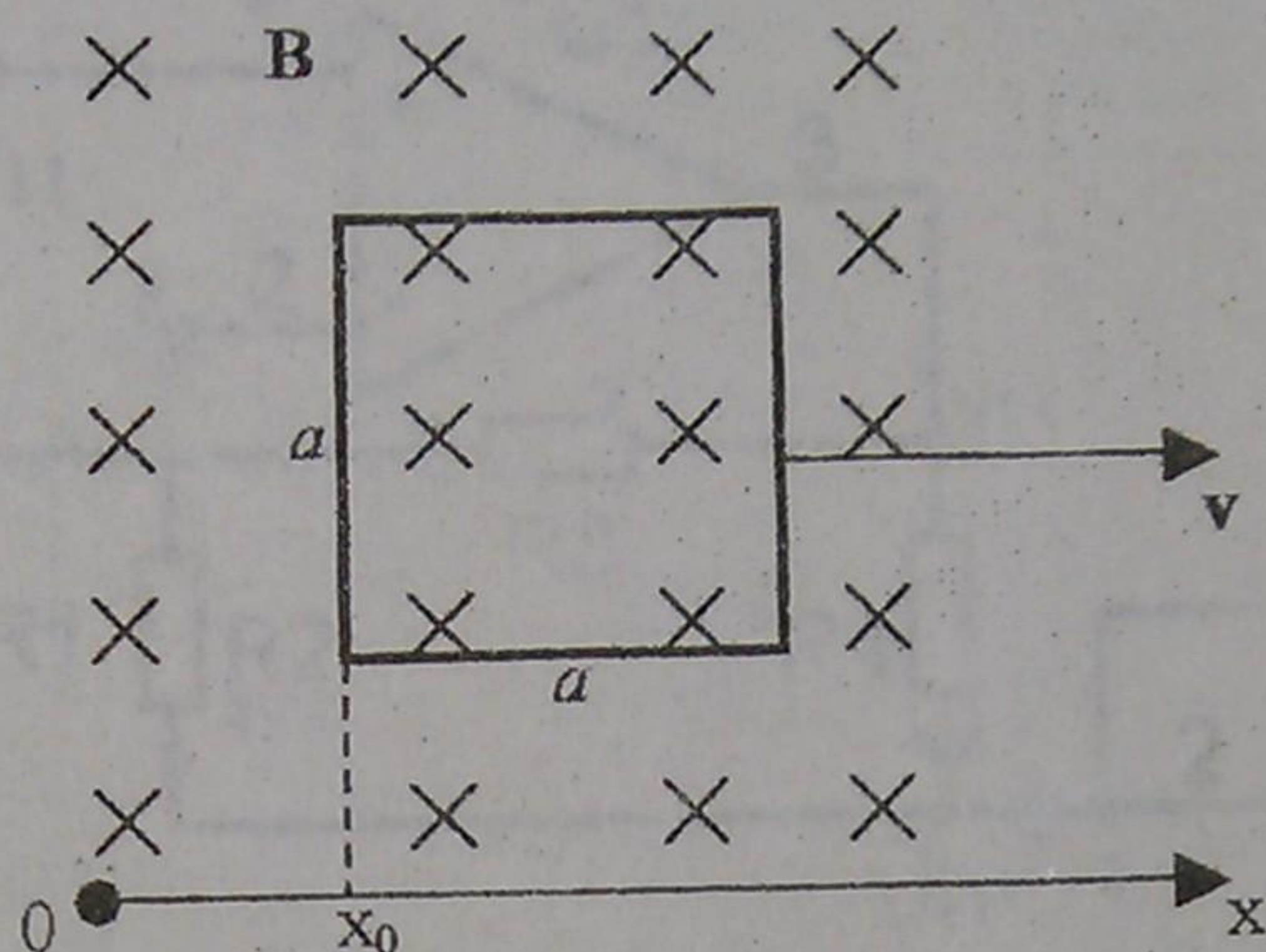


图 1 电磁学第 2 题

3. (10 分) 一均匀带电的无限长直圆筒, 半径为 R , 面电荷密度为 σ , 绕其轴线以角速度 ω 匀速转动, 求:
 - A. 筒壁上的等效面电流密度;
 - B. 筒内外的磁感应强度。
4. (10 分) 真空中有一带正电荷的导体, 在静电平衡状态下, 导体表面某处的电荷面密度为 σ , 求导体表面在该处单位面积所受的静电力 (包括大小和方向)。

二、模拟电路部分 (50 分)

1. (8 分) 对于有源器件, 流过器件的电流与所加电压有关, 也与工艺参数有关, 在大信号模型下, 对应区域二极管、双极三极管、结型场效应管和绝缘栅型场效应管的电流有具体的表达式。请给出二极管和绝缘栅型场效应管饱和区漏极的电流表达式, 并简单说明公式中的主要物理量。

- A. 二极管 $I_D = I_S (e^{V_D/V_T} - 1)$
- B. 绝缘栅型场效应管饱和区漏极 $I_D = \frac{k_n}{2} (V_{GS} - V_p)^2$

2. (9 分) 指出如图 2 所示电路中的反馈类型, 给出主要反馈元件。

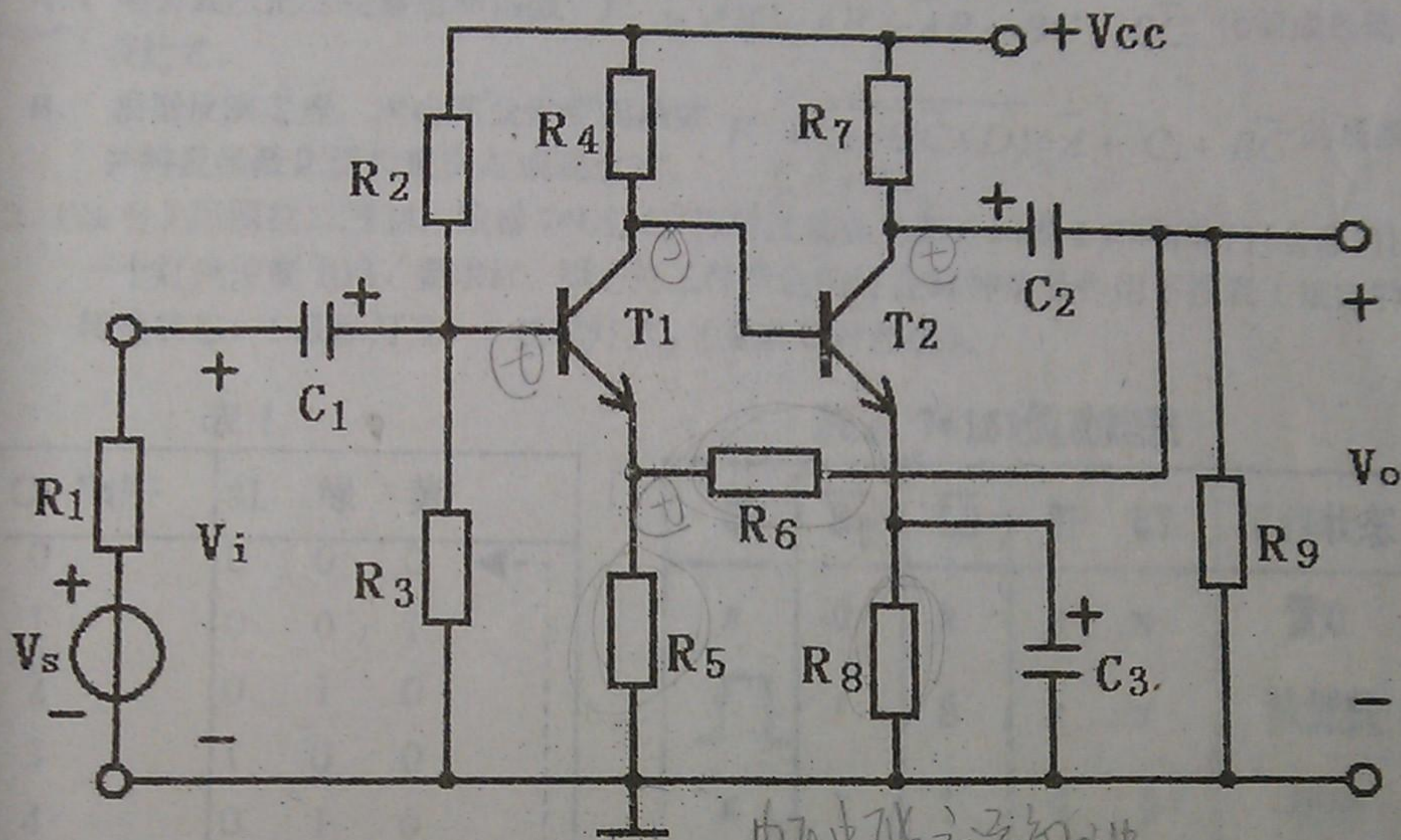


图2 模拟电路第2题

电容串联交流负载

3. (8分) 已知由理想运算放大器组成的电路如图3所示, 稳压二极管的稳压值为 $\pm 8V$, 若电源电压为 $\pm 15V$, 当 V_i 从 $-15V$ 到 $+15V$ 变化时, 请画出电压 V_o 的波形。

窗口比较器

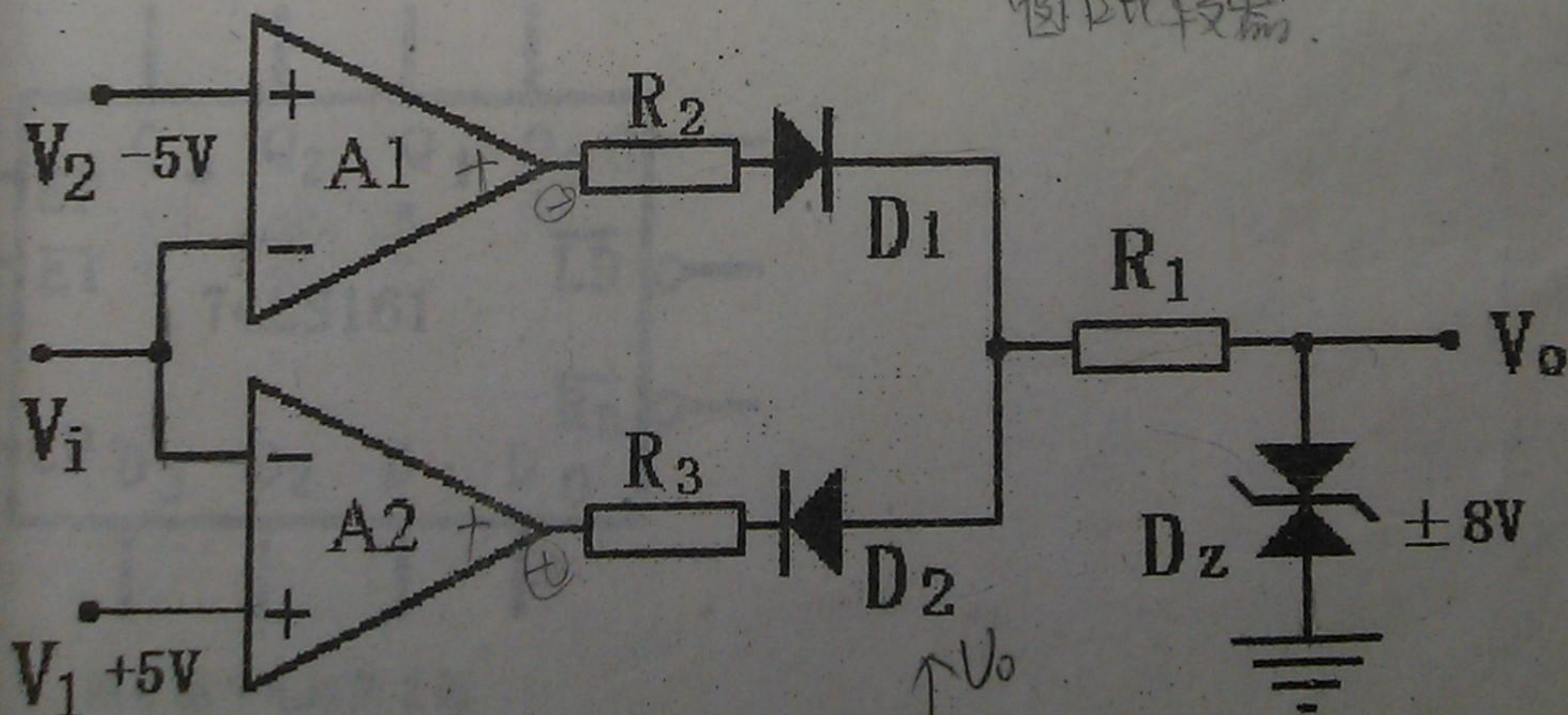
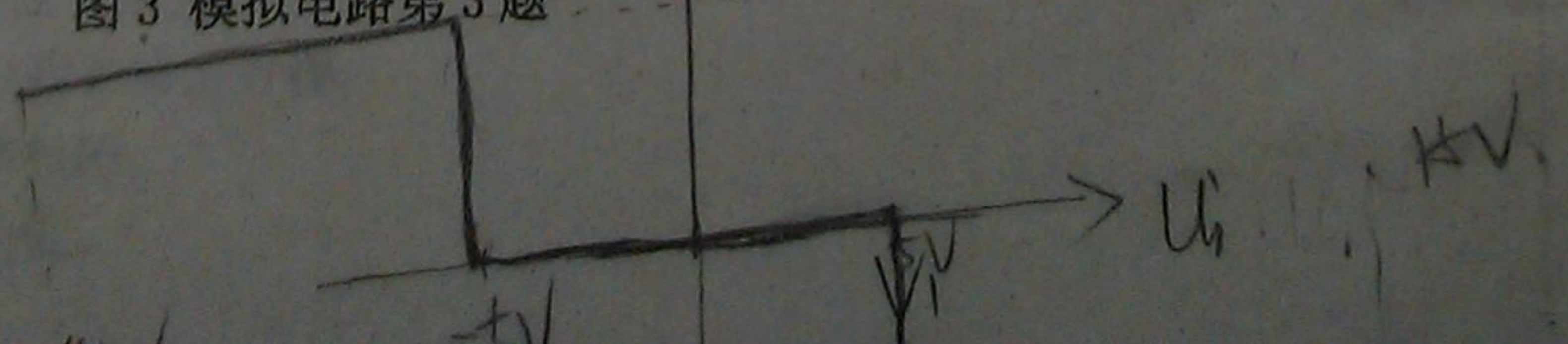


图3 模拟电路第3题



4. (10分) 已知由理想运算放大器组成的电路如图4所示, 计算输出电压 V_o 。

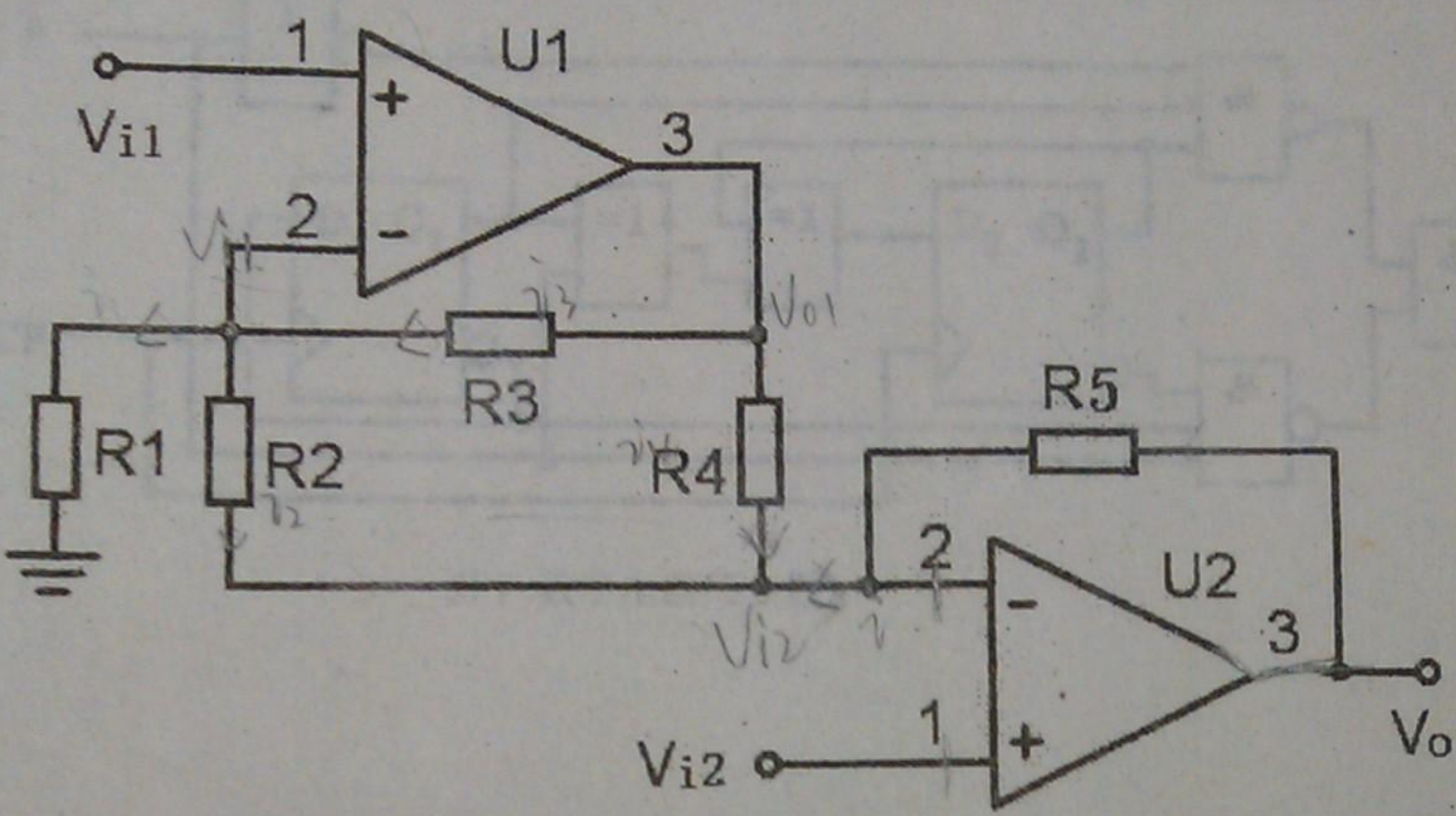


图4 模拟电路第4题

5. (15分) 已知放大电路如图5所示, 两个NPN管的 $\beta = 20$, 基区体电阻 $r_b = 0 \Omega$, 厄利电压 V_A 为无限大, $V_{BE} = 0.6V$, $V_{CES} = 0.0V$, 电容 C_1 和 C_2 足够大。

- A. 计算 T_1 和 T_2 的静态工作点;
- B. 画 T_2 的直、交流负载线;
- C. 计算整个电路的电压增益。

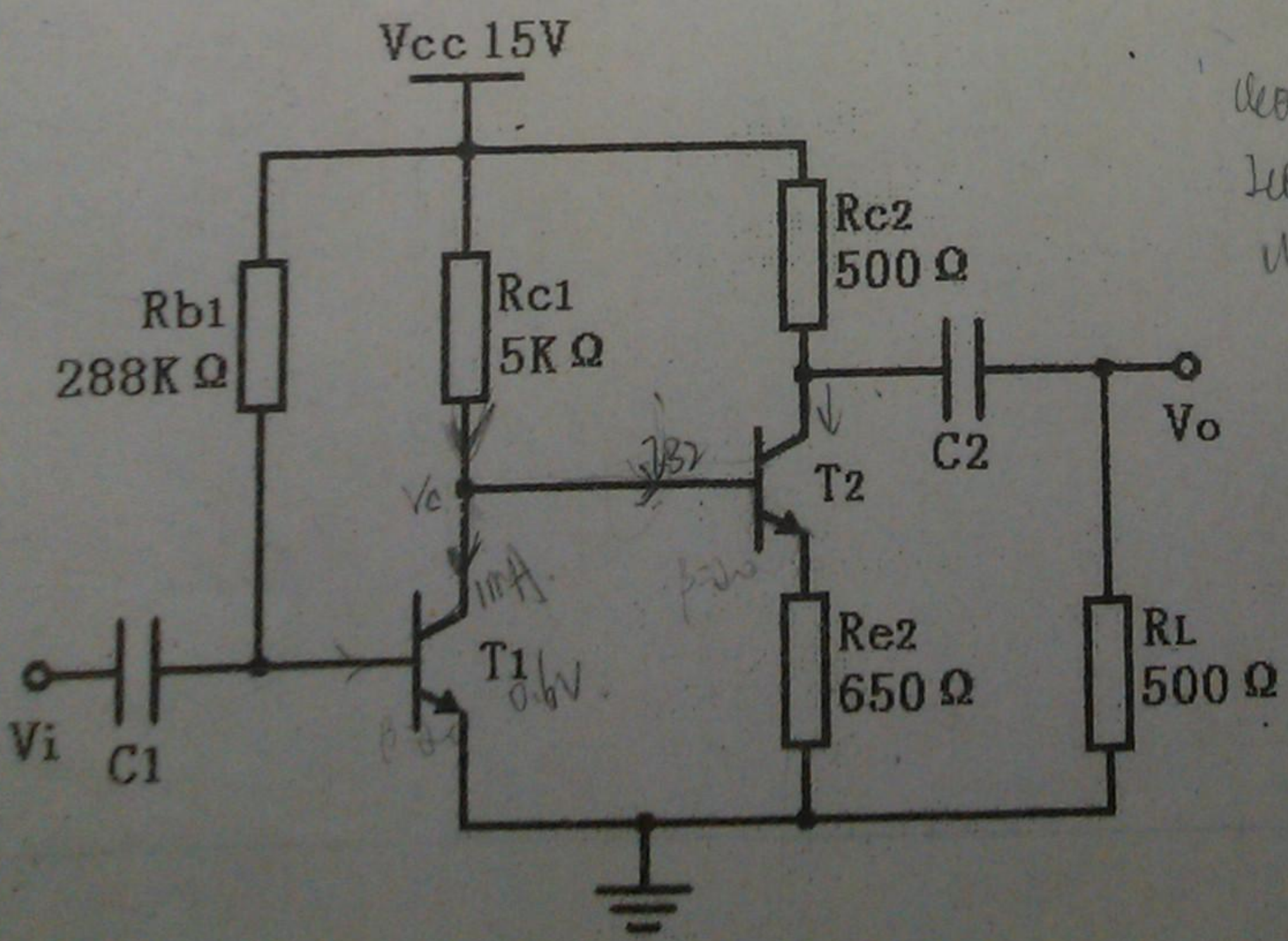


图5 模拟电路第5题

Handwritten calculations for problem 5:

$$I_{BQ1} = \frac{V_{CC} - V_{BEQ1}}{R_{B1}} = 50 \mu A$$

$$I_{CQ1} = \beta I_{BQ1} = 1 mA$$

$$I_{BQ2} = \frac{V_{CC} - I_{CQ1} R_{C1} - V_{BEQ2}}{R_{B2} + (1 + \beta) R_{E2}} = 0.0205 mA$$

$$V_{CEQ1} = V_{CC} - (I_{CQ1} + I_{BQ1}) R_{C1} = 7.12 V$$

$$I_{CQ2} = \beta I_{BQ2} = 0.41 mA$$

$$V_{CEQ2} = V_{CC} - I_{CQ2} R_{C2} - (1 + \beta) I_{BQ2} R_{E2} = 3.08 V$$

Handwritten calculations for problem 5 (continued):

$$R_{i2} = V_{BE} + (1 + \beta) R_{E2}$$

$$R_{L1}' = R_{C1} \parallel R_{i2}$$

$$A_{V1} = -\frac{\beta R_{L1}'}{r_{be}}$$

$$A_{V2} = -\frac{\beta R_{L2}'}{r_{be2} + (1 + \beta) R_{E2}}$$

$$R_{L2}' = R_{C2} \parallel R_L$$

$$A_V = A_{V1} \cdot A_{V2}$$

$$\begin{aligned}
 F &= AB\bar{C} + A\bar{B} + \bar{A}B + \bar{B}C + B\bar{C} \\
 &= \bar{B}C + A\bar{B} + \bar{A}B + \bar{B}C \\
 &= \bar{B}C + A\bar{B} + \bar{A}B + \bar{B}C + \bar{A}C \\
 &= \bar{B}C + A\bar{B} + \bar{A}C
 \end{aligned}$$

三、数字电路部分 (50分)

1. (10分) 化简逻辑函数

A. 用公式法把三变量逻辑函数 $F = AB\bar{C} + A\bar{B} + \bar{A}B + \bar{B}C + B\bar{C}$ 化简成最简与或表达式。

B. 根据反演定理, 求出四变量逻辑函数 $F = \overline{A+B(C+D)}(\bar{A} + C) + B\bar{C}$ 的反函数, 并将反函数化简为最简与或表达式。

2. (20分) 用四位二进制计数器 74LS161(符号及功能见图 6 和表 2)和与非门(含非门)设计一个灯光控制电路, 要求红、绿、黄三种颜色的灯在时钟信号作用下按表 1 规定的顺序转换状态。1 表示灯亮, 0 表示灯灭。(要求设计步骤)。

表 1

CP 顺序	红	绿	黄
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	1	0	0
4	0	1	0
5	0	0	1
6	1	1	1
7	0	0	0

表 2 74161的功能表

CP	\bar{R}_D	\bar{L}_D	EP	ET	工作状态
x	0	x	x	x	置 0
	1	0	x	x	预置数
x	1	1	0	1	保持
x	1	1	x	0	保持 (C=0)
	1	1	1	1	计数

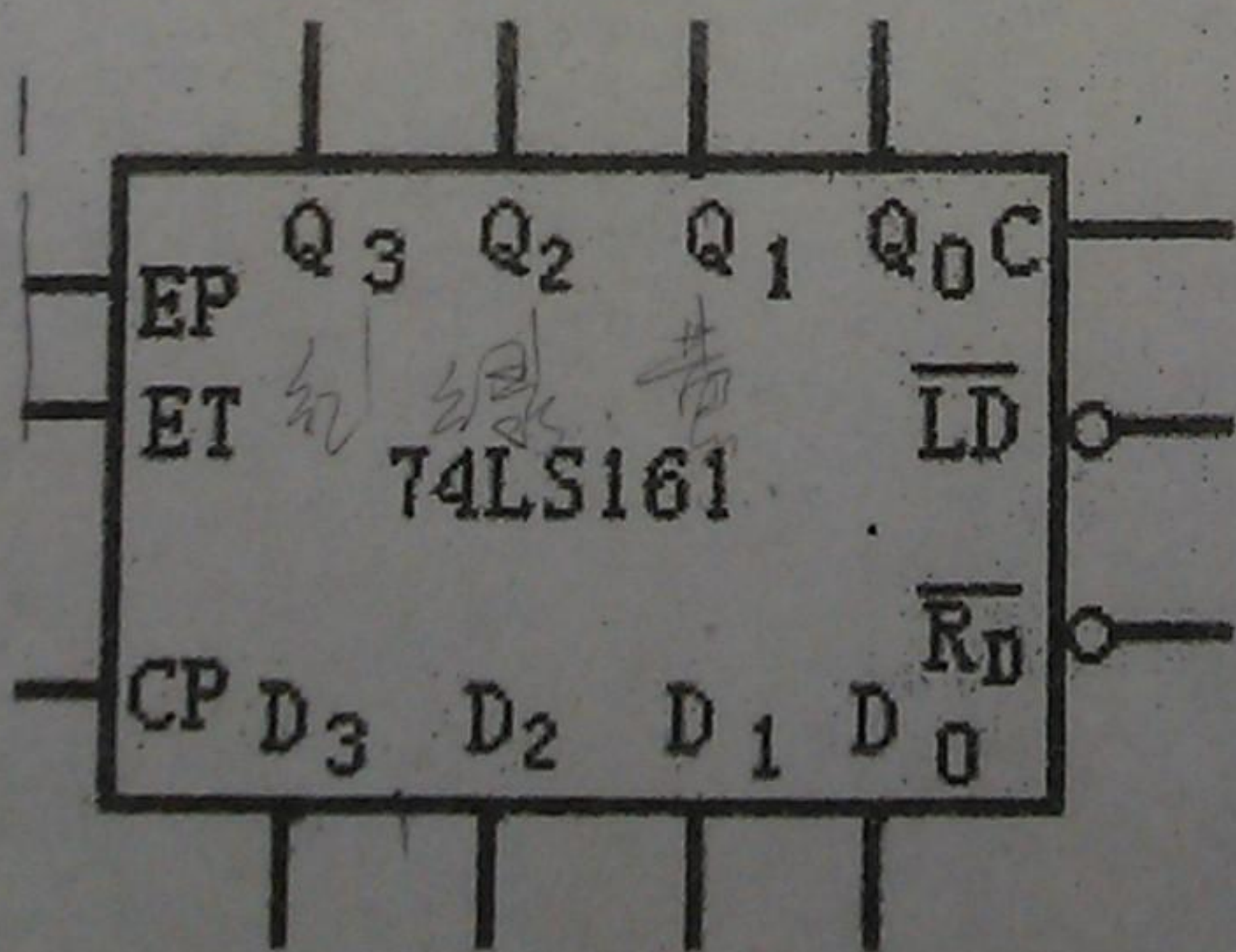


图 6 数字电路第 2 题

3. (20分) 时序电路如图 7 所示。

- A. 写出电路的驱动方程和输出方程;
- B. 画出电路的状态转换图;
- C. 指出电路的逻辑功能。

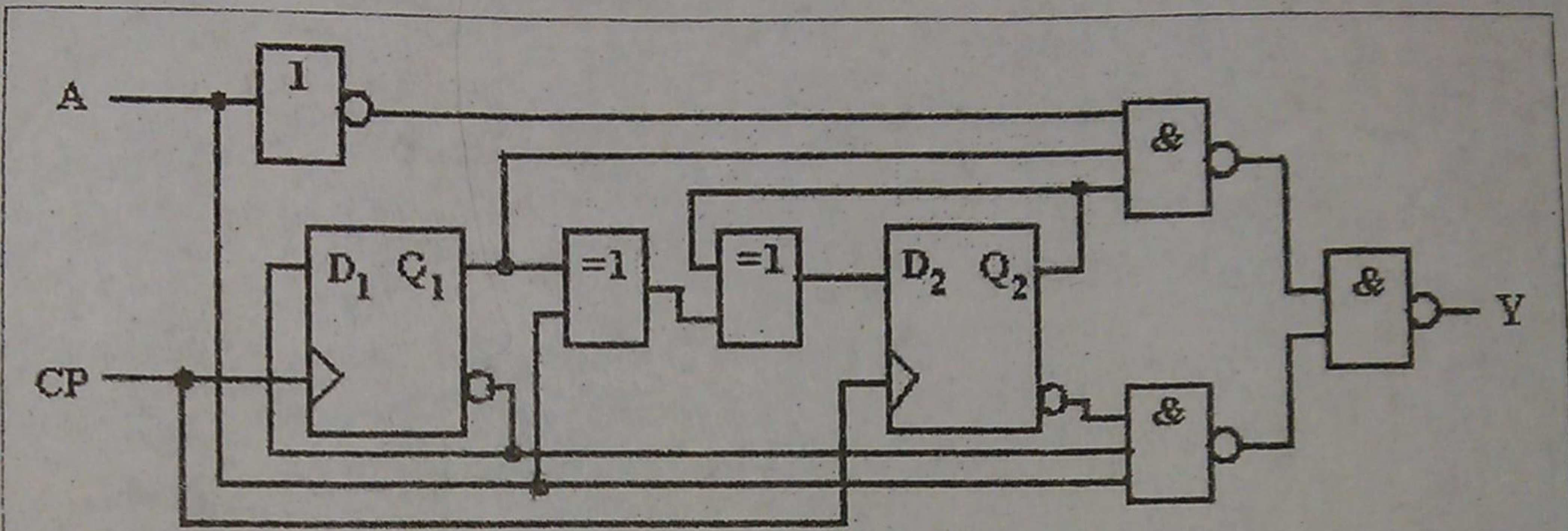


图7 数字电路第3题