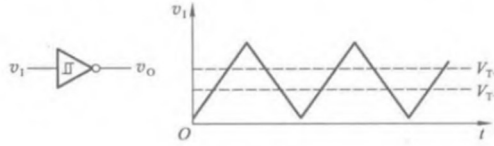


第十一次作业答案

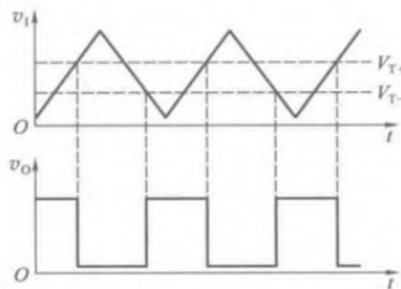
TA_滕子涵

题 7.1

输入信号如图所示，画出输出信号的波形。



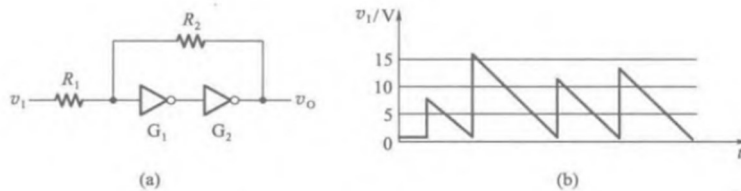
解: V_{T+} 是输入信号上升时使输出信号发生改变的阈值(对应输出信号 1→0), 同样的 V_{T-} 对应输出信号 0→1, 由此作图:



题 7.3

已知 $R_1=10\text{ k}\Omega$, $R_2=30\text{ k}\Omega$, $V_{DD}=15\text{ V}$:

- (1) 试计算电路的正向阈值电压 V_{T+} , 负向阈值电压 V_{T-} 和回差电压 ΔV_T ;
- (2) 输入电压如图所示, 画出输出电压的波形。



解:

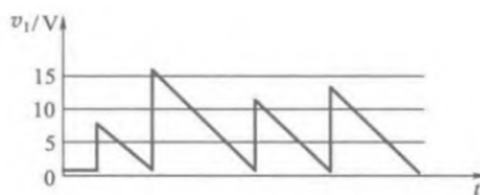
- (1) 带入公式计算即可, 公式推导见课本 P353:

$$V_{T+} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) V_{TH} = \left(1 + \frac{10}{30}\right) \times \frac{15}{2} V = 10V$$

$$V_{T-} = \left(1 - \frac{R_1}{R_2}\right) V_{TH} = \left(1 - \frac{10}{30}\right) \times \frac{15}{2} V = 5V$$

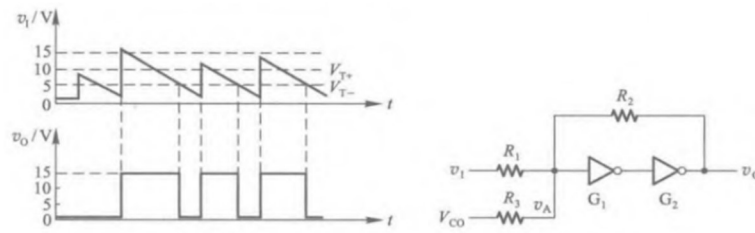
$$\Delta V_T = V_{T+} - V_{T-} = 5V$$

- (2) 同上题, 作图如下:



题 7.4

下图是用 CMOS 反相器接成的压控施密特触发电路，试分析它的转换电平 V_{T+} 、 V_{T-} 以及回差电压 ΔV_T 与控制电压 V_{CO} 的关系。



解：本题电路旨在引入控制电压 V_{CO} 来控制转换电平的大小，通过分析可以发现，回差电压不受 V_{CO} 影响。

由于本题涉及多电源，我们考虑使用叠加定理计算出电压 v_A ：

$$v_A = v_i \frac{R_2 || R_3}{R_1 + R_2 || R_3} + V_{CO} \frac{R_1 || R_2}{R_3 + R_1 || R_2} + v_o \frac{R_1 || R_3}{R_2 + R_1 || R_3}$$

叠加原理：线性电路中，当有两个或以上的独立电源作用时，任意支路的电流或电压，都可以认为是各个电源单独作用而其他电源不作用时，在该支路中产生的分量的代数和。

(1) 先分析 V_{T+} ，输入电压上升至输出跳变过程中， v_o 为 0，所以

$$V_{TH} = V_{T+} \frac{R_2 || R_3}{R_1 + R_2 || R_3} + V_{CO} \frac{R_1 || R_2}{R_3 + R_1 || R_2}$$

解得

$$V_{T+} = V_{TH} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_2} \right) - \frac{R_1}{R_3} V_{CO}$$

(2) 再分析 V_{T-} ，输入电压下降至输出跳变过程中， v_o 为 V_{DD} ，所以

$$V_{TH} = V_{T-} \frac{R_2 || R_3}{R_1 + R_2 || R_3} + V_{CO} \frac{R_1 || R_2}{R_3 + R_1 || R_2} + V_{DD} \frac{R_1 || R_3}{R_2 + R_1 || R_3}$$

解得

$$V_{T-} = V_{TH} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} - \frac{R_1}{R_2} \right) - \frac{R_1}{R_3} V_{CO}$$

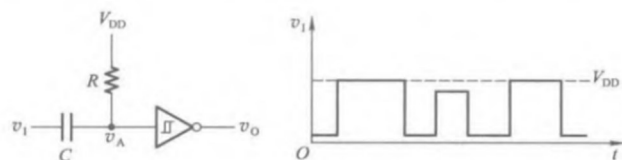
(3) 最后分析回差电压

$$\Delta V_T = V_{T+} - V_{T-} = \frac{2R_1}{R_2} V_{TH} = \frac{R_1}{R_2} V_{DD}$$

题 7.6

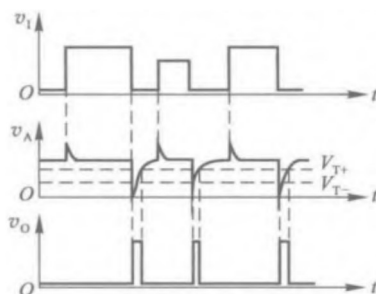
下图的整形电路中, 输入电压的波形如图中所示, 假定它的低电平持续时间比 R、C 电路的时间常数大得多。

- (1) 试画出输出电压的波形;
- (2) 能否用图 P7.6 中的电路作单稳态电路使用? 试说明理由。



解: 首先分析电路, 由一个微分电路和一个施密特触发电路组成, 由题目中给出的输入电压分析出电压 v_A 的波形, 再整形即得到输出电压。

分析 A 点电压需要用到电容两端电压不能突变的特性, 故输入电压跳变时 A 点电压也应有一个跳变, 作波形图如下:



注意由于中间的脉冲幅度较小, 因此相比前后两个脉冲, 中间的脉冲并不能将 A 点电压拉到很低, 再根据电容充放电时间计算公式:

$$t = RC \cdot \ln \frac{V_{\text{终}} - V_{\text{初}}}{V_{\text{终}} - V_t}$$

其中 V_t 是 t 时刻的电压值, 则输出电压的脉冲宽度

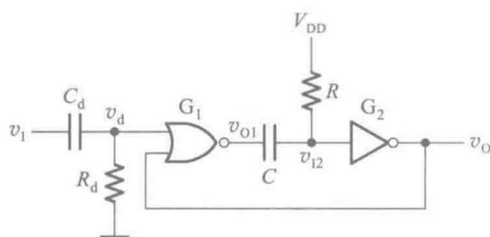
$$t_w = RC \cdot \ln \frac{V_{\text{终}} - V_{\text{初}}}{V_{\text{终}} - V_{T+}}$$

由于中间的输入脉冲幅度小, $V_{\text{初}}$ 较大, 所以中间那个输出脉冲的宽度较小。

本电路的输出脉冲的宽度与输入电压幅度有关, 因此不可作为单稳态电路。

题 7.7

在下图给出的微分型单稳态电路中，已知 $R=51\text{k}\Omega$ ， $C=0.01\text{ }\mu\text{F}$ ，电源电压 $V_{DD}=10\text{V}$ ，试求在触发信号作用下输出脉冲的宽度和幅度。



解： 代入公式即可：

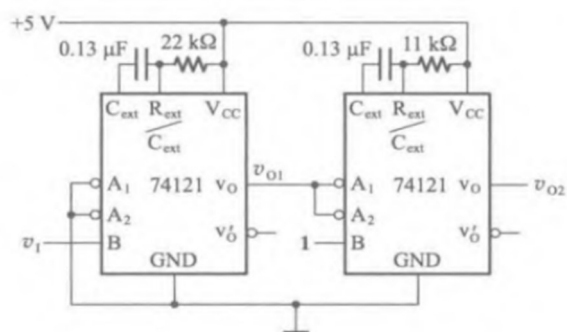
$$t_w = RC \cdot \ln 2 = 51 \times 10^3 \times 0.01 \times 0.69 \text{ s} = 0.35 \text{ ms}$$

脉冲幅度：

$$V_m = V_{OH} - V_{OL} \approx V_{DD}$$

题 7.11

下图是用两个集成单稳态电路 74121 组成的脉冲变换电路，外接电阻和外接电容的参数如图中所示。试计算在输入触发信号 v_I 作用下 v_{O1} 、 v_{O2} 输出脉冲的宽度，并画出与 v_I 波形相对应的 v_{O1} 、 v_{O2} 的电压波形。



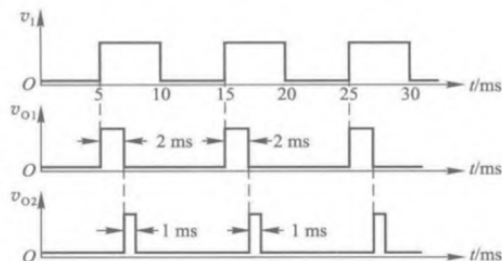
解： 首先分析左边 74121 的工作状态，注意 A_1 、 A_2 均是 0，小圆圈仅表示低电平有效，根据 74121 功能表：

输 入			输 出	
A_1	A_2	B	v_O	v'_O
0	×	1	0	1
×	0	1	0	1
×	×	0	0	1
1	1	×	0	1
1	\downarrow	1	\square	\sqcup
\downarrow	1	1	\square	\sqcup
\downarrow	\downarrow	1	\square	\sqcup
0	×	\downarrow	\square	\sqcup
×	0	\downarrow	\square	\sqcup

当输入电压 (v_I , 即 B 端口电压) 出现上升沿时, 左边的 74121 输出一个正脉冲, 宽度 $t_w = 22000 \times 0.13 \times 10^{-6} \times 0.69 s = 2 ms$. 其余情况下输出电压都是 0.

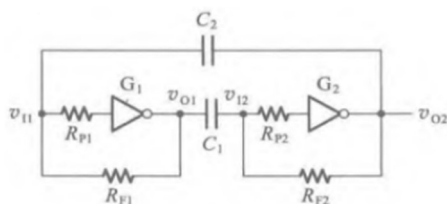
再分析右边 74121 的工作状态, B 为 1, 则 $A_1 A_2$ 任意一个出现下降沿时, 都会输出一个宽度为 $t_w = 11000 \times 0.13 \times 10^{-6} \times 0.69 s = 1 ms$ 的正脉冲, 其余情况下输出都是 0.

根据以上分析作图如下:



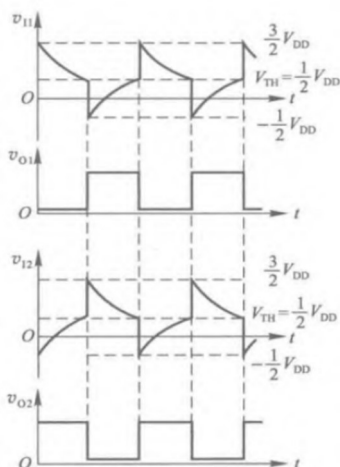
题 7.13

下图是用 CMOS 反相器组成的对称式多谐振荡电路。若 $R_{F1} = R_{F2} = 10 k\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.01 \mu F$, $R_{P1} = R_{P2} = 33 k\Omega$, 试求电路的振荡频率, 并画出 v_{I1} 、 v_{O1} 、 v_{I2} 、 v_{O2} 各点的电压波形。



解: 看清题目要求, 画波形的同时要求出振荡频率。

本题的分析过程和课本上多谐振荡电路相同, 另外本题参数对称, 两电容充放电时间相同, 电路波形如下:



注意到 R_{P1} 、 R_{P2} 足够大, 忽略反相器输入电流, 振荡周期为:

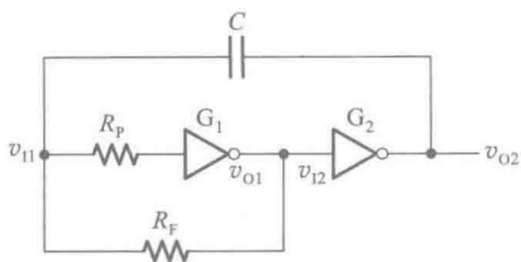
$$T = 2R_F C \cdot \ln \frac{V_{DD} - (V_{TH} - V_{DD})}{V_{DD} - V_{TH}} = 2R_F C \cdot \ln 3 = 2 \times 10 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 1.1 s = 2.2 \times 10^{-4} s$$

电路振荡频率:

$$f = \frac{1}{T} = 4.55 kHz$$

题 7.14

下图所示的非对称式多谐振荡电路中, $R_F = 9.1\text{ k}\Omega$, $C = 0.001\text{ }\mu\text{F}$, $R_F = 100\text{ k}\Omega$, $V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{TH} = 2.5\text{V}$, 试计算电路的振荡频率。



解： 本题直接带入公式求解

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.2R_FC} = \frac{1}{2.2 \times 9.1 \times 10^3 \times 10^{-9}} \text{Hz} \approx 50\text{kHz}$$

注意题目让求频率就一定要将结果化成频率，而不是震荡周期。