

第十一周作业

[题 7.4] 图 P7.4 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。

设 G_1 输入电压为 V_A , 由叠加定理有

$$V_A = V_i \frac{R_2 \parallel R_3}{R_1 + R_2 \parallel R_3} + V_{CO} \frac{R_1 \parallel R_2}{R_3 + R_1 \parallel R_2} + V_o \frac{R_1 \parallel R_3}{R_2 + R_1 \parallel R_3}$$

① V_{T+}

当 V_i 增大时, $V_o = 0$

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

当 $V_A = V_{TH}$ 时, $V_i = V_{T+}$

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

② V_{T-}

与 V_{T+} 推导过程相似, 可得

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

③ ΔV_T

$$\begin{aligned} \Delta V_T &= V_{T+} - V_{T-} = \left[V_{TH} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} + \frac{R_1}{R_2} \right) - \frac{R_1}{R_3} V_{CO} \right] - \left[V_{TH} \left(1 + \frac{R_1}{R_3} - \frac{R_1}{R_2} \right) - \frac{R_1}{R_3} V_{CO} \right] \\ &= 2 \frac{R_1}{R_2} V_{TH} \\ &= \frac{R_1}{R_2} V_{DD} \Rightarrow \text{即 } \Delta V_T \text{ 与 } V_{CO} \text{ 无关} \end{aligned}$$

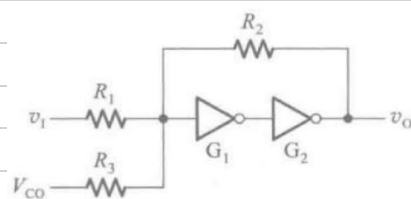


图 P7.4

[题 7.9] 图 P7.9 是用 TTL 门电路接成的微分型单稳态电路, 其中 R_d 阻值足够大, 保证稳态时 v_A 为高电平。 R 的阻值很小, 保证稳态时 v_{i2} 为低电平。试分析该电路在给定触发信号 v_i 作用下的工作过程, 画出 v_A 、 v_{o1} 、 v_{i2} 和 v_o 的电压波形。 C_d 的电容量很小, 它与 R_d 组成微分电路。

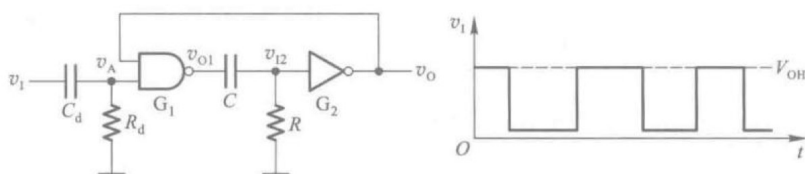
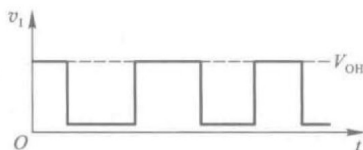
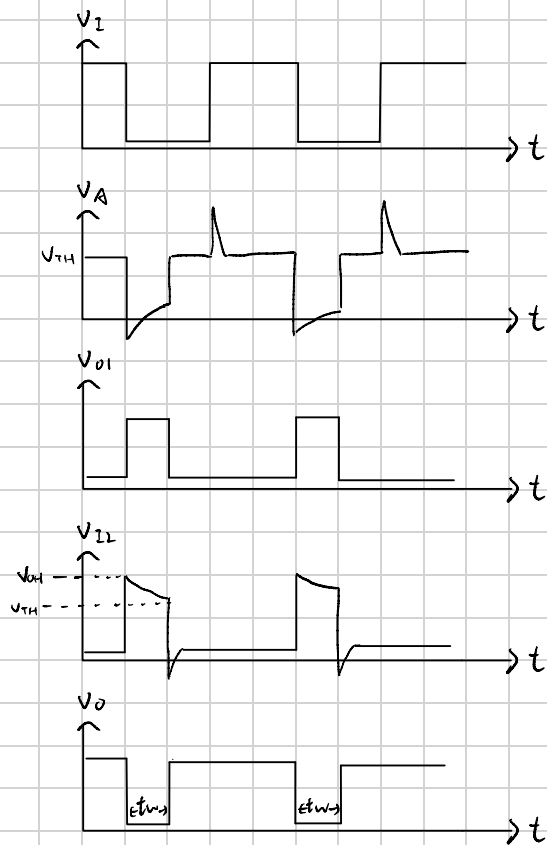


图 P7.9





[题 7.13] 图 P7.13 是用 CMOS 反相器组成的对称式多谐振荡电路, 若 $R_{F1} = R_{F2} = 10 \text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 0.01 \text{ }\mu\text{F}$, $R_{P1} = R_{P2} = 33 \text{ k}\Omega$, 试求电路的振荡频率, 并画出 v_{11} 、 v_{01} 、 v_{12} 、 v_{02} 各点的电压波形。

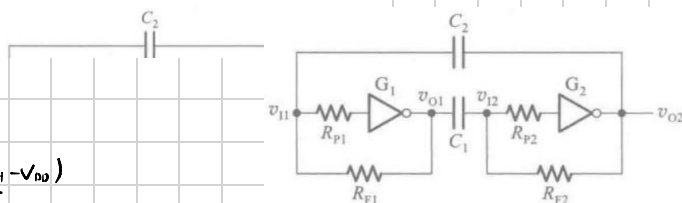


图 P7.13

$$T = 2(R_F + R_{ON(N)} + R_{ON(P)})C \ln \frac{V_{DD} - (V_{TH} - V_{DD})}{V_{DD} - V_{TH}}$$

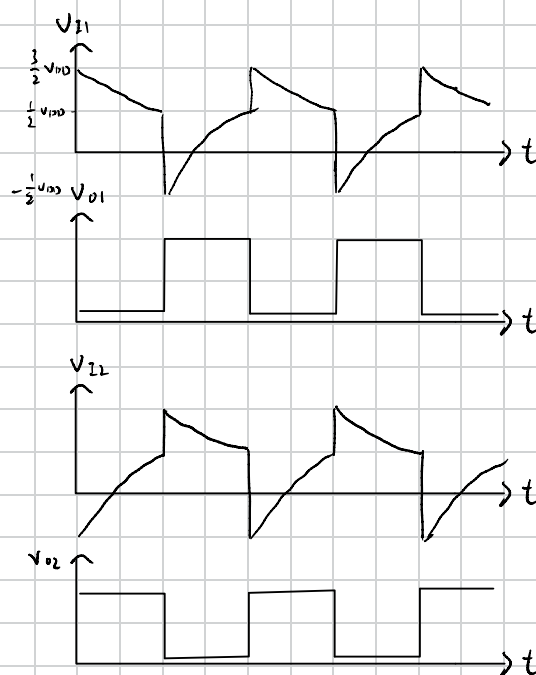
$$\text{当 } R_F \gg R_{ON(N)}, R_F \gg R_{ON(P)}, V_{TH} = \frac{1}{2} V_{DD}$$

\Downarrow

$$T = 2R_F C \ln 3$$

$$= 2 \times 10 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6} \times \ln 3 = 2.2 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.2 \times 10^{-4}} = 4.55 \text{ kHz}$$



[题 7.15] 如果将图 7.4.6 所示非对称式多谐振荡电路中的 G_1 和 G_2 改用 TTL 反相器, 并将 R_p 短路, 试画出电容 C 充、放电时的等效电路, 并求出计算电路振荡频率的公式。

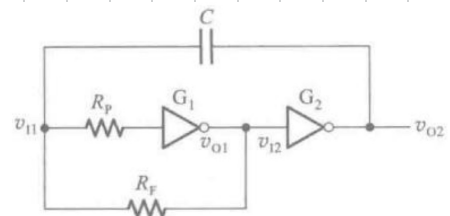
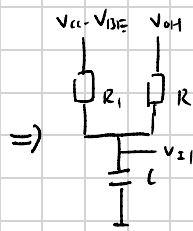
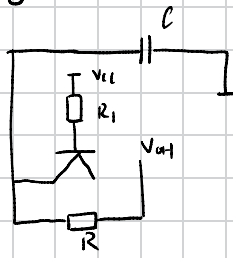


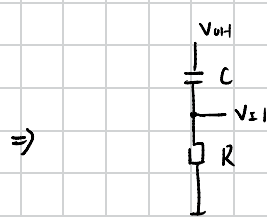
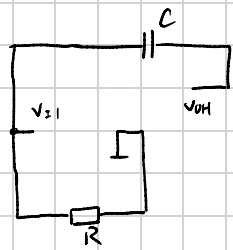
图 7.4.6 非对称式多谐振荡电路

充电:



$$T_1 = RC \ln \frac{V_{TH} + V_{OH}}{V_{TH}}$$

放电:

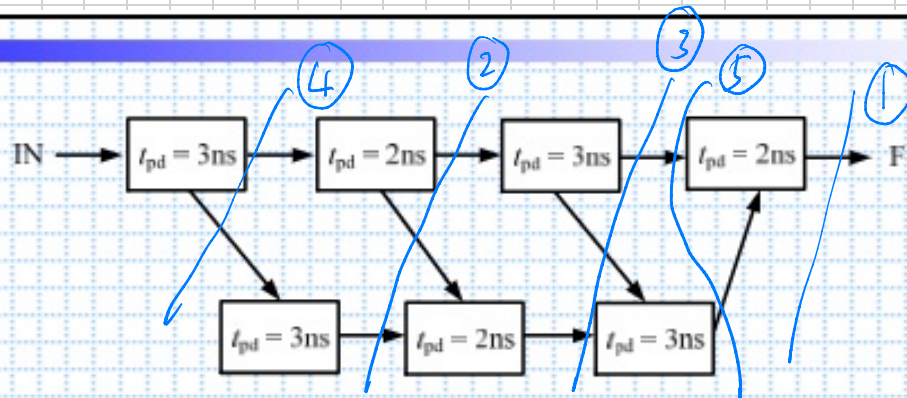


$$T_2 = \left(\frac{RR_1}{R+R_1} \right) \ln \frac{\left\{ V_{OH} + \frac{R}{R+R_1} (V_{CC} - V_{BE} - V_{OH}) \right\} - (-V_{IL})}{\left\{ V_{OH} + \frac{R}{R+R_1} (V_{CC} - V_{BE} - V_{OH}) \right\} - V_{TH}}$$

当 $R_1 \gg R$ 时

$$T = T_1 + T_2 \approx RC \ln \frac{V_{TH} + V_{OH}}{V_{TH}} \cdot \frac{V_{OH} + V_{IL}}{V_{OH} - V_{TH}}$$

2024年 春季学期



| | LATENCY | THROUGHPUT |
|----------------------|---------|----------------|
| 0-pipe: | 13 | $\frac{1}{13}$ |
| 1-pipe: | 13 | $\frac{1}{13}$ |
| 2-pipe: 8×2 | 16 | $\frac{1}{8}$ |
| 3-pipe: 6×3 | 18 | $\frac{1}{6}$ |
| | | |
| 4 pipe 5×4 | 20 | $\frac{1}{5}$ |

wang_hong@tsinghua.edu.cn

清华大学

5-pipe 3×5 15

$\frac{1}{3}$