

問題

• 図1の発振回路について、以下の問に答えなさい。図2に、 INV_1 、 INV_2 の直流伝達特性（入出力特性）を示す。

1. 時刻 $t = 0$ において、各ノードの電圧が $V_1(0) < 0$ 、 $V_2(0) = V_{DD}$ 、 $V_3(0) = 0$ であった。 $t \geq 0$ における、電圧 $V_1(t)$ の時間領域の回路方程式を示しなさい。ただし、この期間に、 INV_1 、 INV_2 の出力値は変化しないとする。
2. 時刻 $t = 0$ において、 $V_1(0) = -V_{DD}/2$ として、問1の回路方程式の解を求めなさい。
3. 時刻 $t = T_1$ のときに、 $V_1(T_1) = V_{DD}/2$ となり、 INV_1 と INV_2 の出力が反転し、 $V_2(T_1) = 0$ 、 $V_3(T_1) = V_{DD}$ となった。さらに、時刻 $t = T_1 + T_2$ において、 INV_1 と INV_2 の出力が反転し、 $V_2(T_1 + T_2) = V_{DD}$ 、 $V_3(T_1 + T_2) = 0$ となった。 $t = 0 \sim 2(T_1 + T_2)$ までの $V_1(t)$ の波形の概略を示しなさい。
4. この回路の発振周期 $T = T_1 + T_2$ を求めなさい。
5. C の充放電によって1周期 T に消費される消費エネルギー E_c と平均電力 P_c を C 、 R 、 V_{DD} のうち必要なものを用いて表しなさい。

