

アナログ回路工学 演習問題（模擬講義 02）（担当：坪根）

出題日：2020 年 4 月 30 日，提出期限：2020 年 5 月 1 日 23 時 59 分

問 1

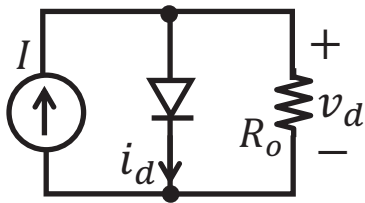


図 1，区分線形ダイオードを持つ並列回路

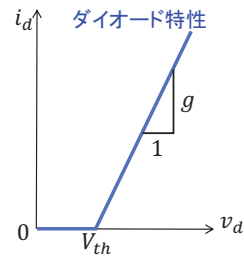


図 2，ダイオード特性

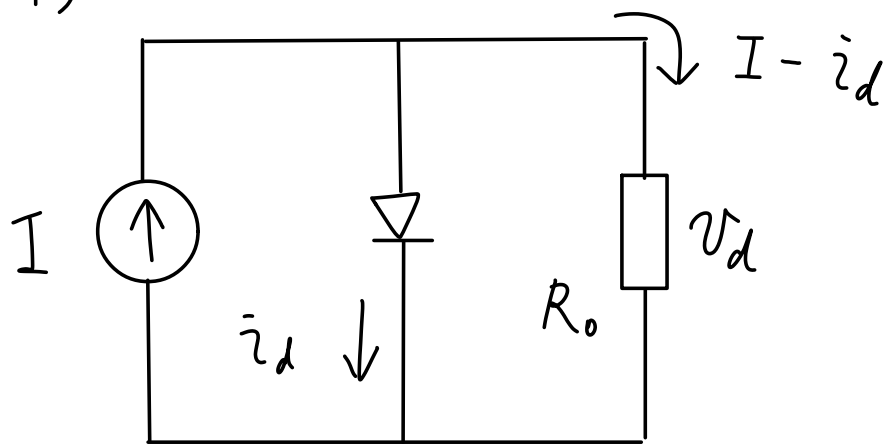
図 1 の回路について以下の問いに答えよ．負荷抵抗の大きさは $R_o = 1[\text{k}\Omega]$ であり，図 2 に示されるダイオードの電流-電圧特性は以下の式で表せられる．

$$i_d = \begin{cases} 0 & \text{for } v_d \leq V_{th} \\ g(v_d - V_{th}) & \text{for } v_d > V_{th} \end{cases} \quad (1)$$

ただし， $g = 1[\text{mS}]$ ， $V_{th} = 0.5[\text{V}]$ とする．

- 1) $I = 1.2[\text{mA}]$ の時の出力電圧 v_d を求めよ．
- 2) $I = 0.8[\text{mA}]$ の時の出力電圧 v_d を求めよ．
- 3) $I = 1 + 0.2 \cdot \sin(2\pi \times 10^3 \times t)[\text{mA}]$ の時の v_d を図示せよ．
- 4) $v_d > V_{th}$ の場合について，抵抗と独立電源だけで表現される等価回路を描け．

問 1 1)



前回の演習問題の結果より,

$$I = i_d + \frac{v_d}{R_o}$$

$$i_d = g(v_d - V_{th})$$

$v_d > V_{th}$ と仮定して v_d を求める

$$I = g(v_d - V_{th}) + \frac{v_d}{R_o}$$

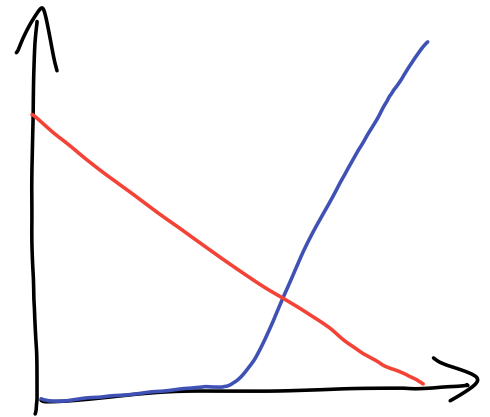
$$I = g v_d - g V_{th} + \frac{v_d}{R_o}$$

$$v_d \left(g + \frac{1}{R_o} \right) = I + g V_{th}$$

$$v_d = \frac{I + g V_{th}}{g + \frac{1}{R_o}} = \frac{1.2 \text{ m} + 1 \text{ m} \cdot 0.5}{1 \text{ m} + 1 \text{ m}} = \frac{1.7 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 0.85 > V_{th}$$

$$\therefore v_d = 0.85 \text{ V}$$



問1

2) 1) と同様に $v_d > V_{th}$ と仮定して v_d を求める

$$v_d = \frac{I + g V_{th}}{g + \frac{1}{R_o}} = \frac{0.8\text{mA} + 1\text{mA} \cdot 0.5}{1\text{mA} + 1\text{mA}} = \frac{1.3\text{mA}}{2\text{mA}}$$
$$= 0.65 > V_{th}$$

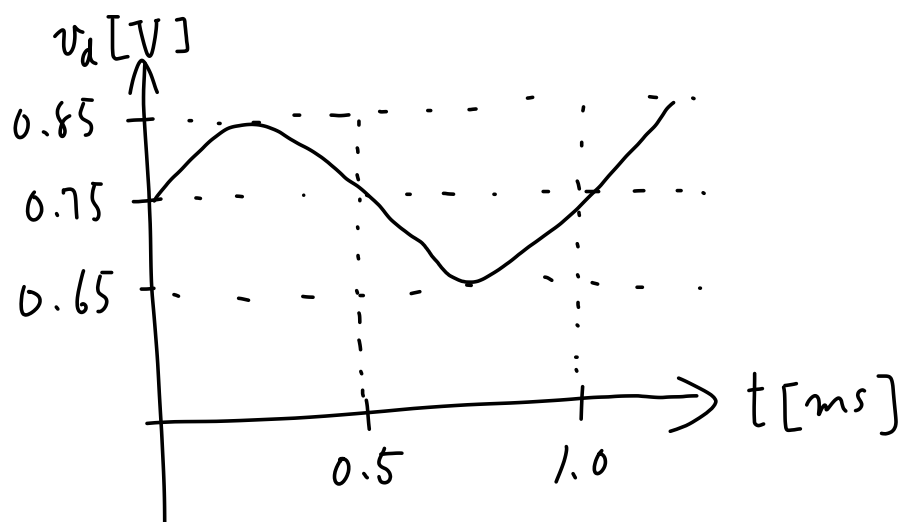
$$\therefore v_d = 0.65 \text{ V}$$

3) 1) と同様に $v_d > V_{th}$ と仮定して v_d を求める

$$v_d = \frac{I + g V_{th}}{g + \frac{1}{R_o}} = \frac{1\text{mA} + 0.2\text{mA} \sin \omega t + 0.5\text{mA}}{2\text{mA}}$$
$$= \frac{0.2 \sin \omega t + 1.5}{2} = 0.1 \sin \omega t + 0.75$$

$-1 \leq \sin \omega t \leq 1$ より、 $0.65 \leq v_d \leq 0.85$ となり、 $v_d > V_{th}$ を常に満たす。

$$\therefore v_d = 0.1 \sin (2\pi \times 10^3 \times t) + 0.75$$



$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$= \frac{2\pi}{2\pi \times 10^3} = 10^{-3}$$

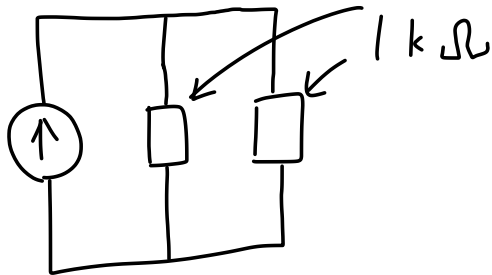
問1

4) $v_d > V_{th}$ のとき, ダイオードは定抵抗とみなせる.

このときの抵抗 R_d は

$$R_d = \frac{1}{g} = \frac{1}{1\text{m}} = 1\text{k}\Omega$$

図2



抵抗をまとめる.

