

(I) の解答例

$$V_{R1} = V_{C1} = \frac{\frac{R_1 \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}}}{\frac{1}{j\omega C_2} + R_2 + \frac{R_1 \cdot \frac{1}{j\omega C_1}}{R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}}} \times V_{in}$$

$= \frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1}$

$$\begin{aligned} \frac{V_{R1}}{V_{in}} &= \frac{V_{C1}}{V_{in}} = \frac{R_1}{(1 + j\omega C_1 R_1) \left(\frac{1}{j\omega C_2} + R_2 \right) + R_1} \\ &= \frac{j\omega C_2 R_1}{(1 + j\omega C_1 R_1)(1 + j\omega C_2 R_2) + j\omega C_2 R_1} \\ &= \frac{j\omega C_2 R_1}{1 + j\omega(C_2 R_2 + C_2 R_1 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2} \end{aligned} \quad (1)$$

$$V_{R2} = (V_{in} - V_{R1}) \times \frac{R_2}{\frac{1}{j\omega C_2} + R_2}$$

$$\begin{aligned} \frac{V_{R2}}{V_{in}} &= \left(1 - \frac{V_{R1}}{V_{in}} \right) \times \frac{j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_2 R_2} \\ &= \frac{1 + j\omega(C_2 R_2 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2}{1 + j\omega(C_2 R_2 + C_2 R_1 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2} \cdot \frac{j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_2 R_2} \\ &= \frac{(1 + j\omega C_1 R_1)(1 + j\omega C_2 R_2)}{1 + j\omega(C_2 R_2 + C_2 R_1 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2} \cdot \frac{j\omega C_2 R_2}{1 + j\omega C_2 R_2} \\ &= \frac{j\omega C_2 R_2 (1 + j\omega C_1 R_1)}{1 + j\omega(C_2 R_2 + C_2 R_1 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{V_{C2}}{V_{in}} = \left(1 + \frac{V_{R1}}{V_{in}}\right) \times \frac{1}{1 + j\omega C_2 R_2} \quad \leftarrow \frac{1}{\frac{1}{j\omega C_2} + R_2}$$

$$= \frac{1 + j\omega C_1 R_1}{1 + j\omega (C_2 R_2 + C_2 R_1 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2}$$

(3)

* (1), (2), (3) の式は、もうこれ以上文字式で計算しようとしても無理である。

* (1), (2), (3) には、共通して (4) の項が掛けられる。 (4) については実際には数字を代入して計算する。

$$\begin{aligned} (4) &= \frac{1}{1 + j\omega (C_2 R_2 + C_2 R_1 + C_1 R_1) + (j\omega)^2 C_1 C_2 R_1 R_2} \\ &= \frac{1}{1 + j\omega (10\mu \cdot 10k + 10\mu \cdot 1k + 1\mu \cdot 1k) + (j\omega)^2 10\mu \cdot 1\mu \cdot 1k \cdot 10k} \\ &= \frac{1}{1 + j\omega (111 \cdot m) + (j\omega)^2 100 \cdot m^2} \\ &= \frac{1}{(1 + j\omega x)(1 + j\omega y)} \end{aligned}$$

x と y は、この式に2仮定してみた。

注: m は 10^{-3} のことである

$$\begin{cases} x \times y = 100 \text{ m}^2 & (5) \\ x + y = 111. \text{ m} & (6) \end{cases}$$

$$(5) \text{ より } y = \frac{100 \text{ m}^2}{x} \quad (7)$$

(7) を (6) に代入し、両辺に x を掛ける。

$$x^2 + 100 \text{ m}^2 = 111. \text{ m} x$$

$$x^2 - 111. \text{ m} x + 100 \text{ m}^2 = 0$$

2次方程式の公式を用いて x が求まる。

$$x = \frac{111. \text{ m} \pm \sqrt{(111 \text{ m})^2 - 4 \times 1 \times 100 \text{ m}^2}}{2}$$

$$= \frac{111 \pm \sqrt{12321 - 400}}{2} \text{ m}$$

$$= \frac{111 \pm \sqrt{11921}}{2} \text{ m}$$

$$= \frac{111 \pm 113.67058 \dots}{2} \text{ m}$$

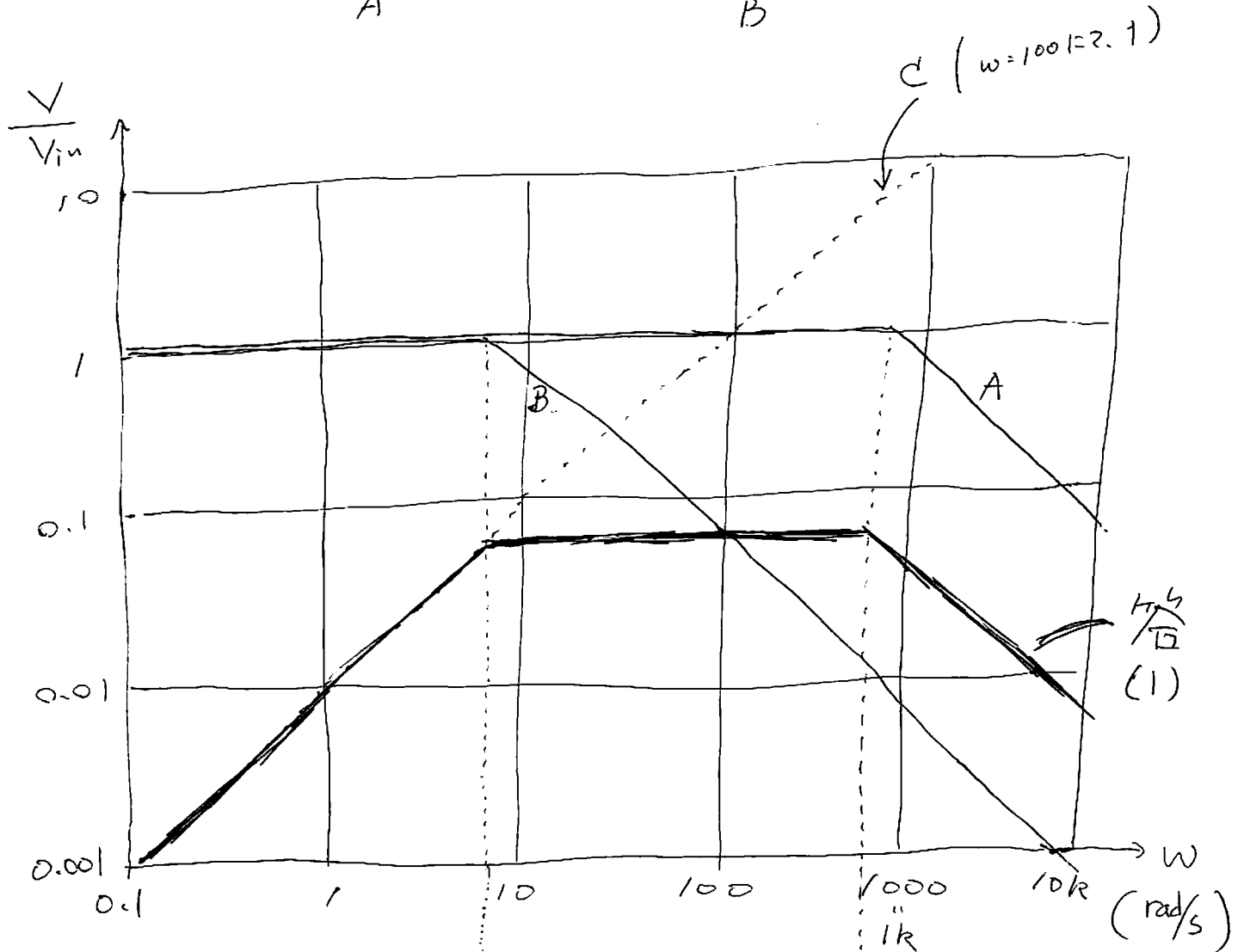
$$= \begin{cases} 1.335 \dots \text{ m} \\ 112.34 \dots \text{ m} \end{cases} \quad (8)$$

x と y は 対等 であることから、(8) 式のうちの片方を x とし、もう一方の数字は y である。
 よって $x = 1.335 \dots \text{ m}$ 、 $y = 112.34 \text{ m} \dots$ とする

(1) 12711 z 775 2 z 8 <

$$(1) \dots \frac{V_{R1}}{V_{in}} = \frac{V_{i1}}{V_{in}} = \frac{j\omega \cdot 10.m}{(1 + j\omega \cdot 1.335m)(1 + j\omega \cdot 123.34m)}$$

A
B
C

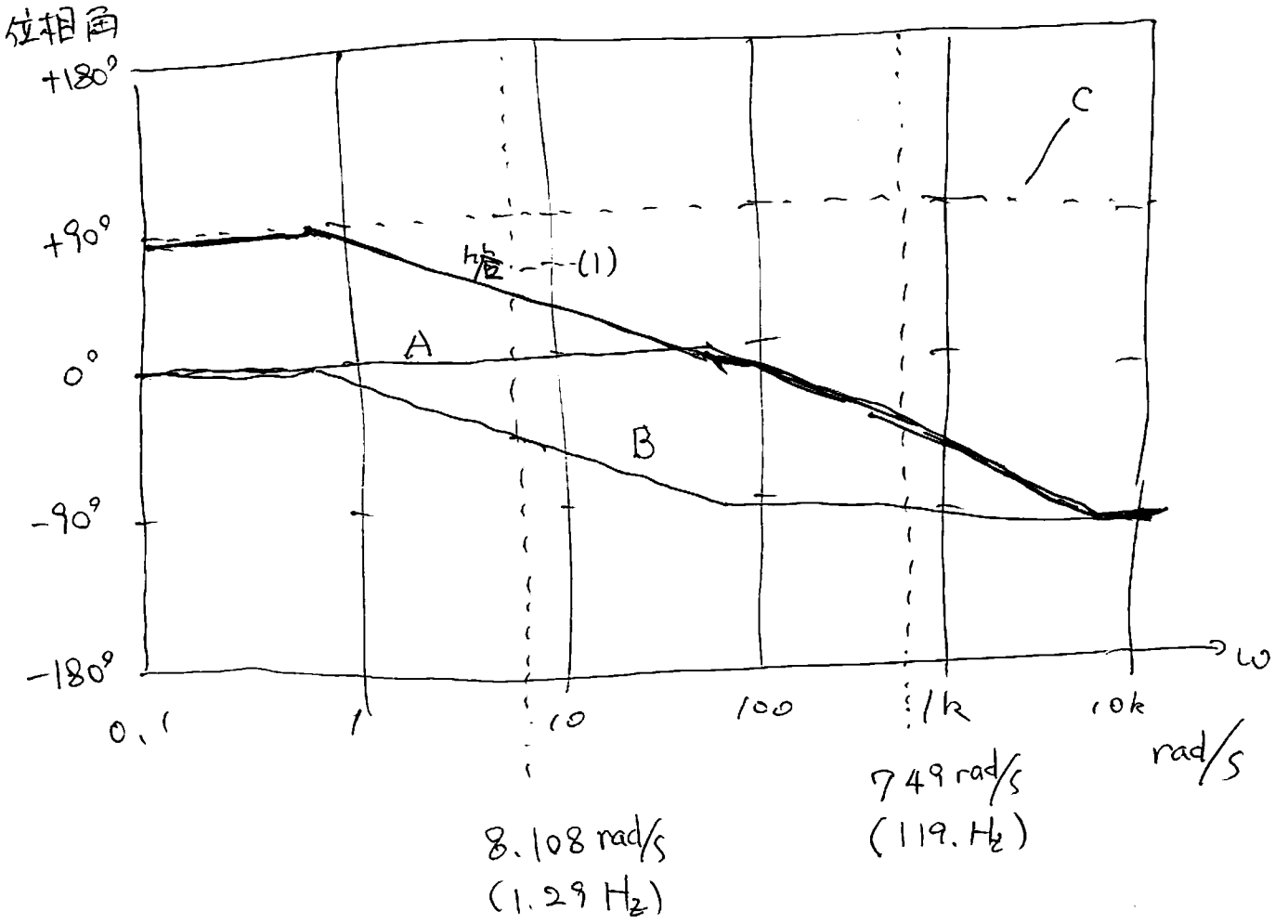


$$\frac{1}{0.12334} = \frac{1}{123.34m}$$

= 8.108 rad/s
= 1.29 Hz

$$\frac{1}{0.001335} = \frac{1}{1.335m}$$

= 749 rad/s
= 119 Hz



(2) と (3) の $\frac{V_{R2}}{V_{in}}$

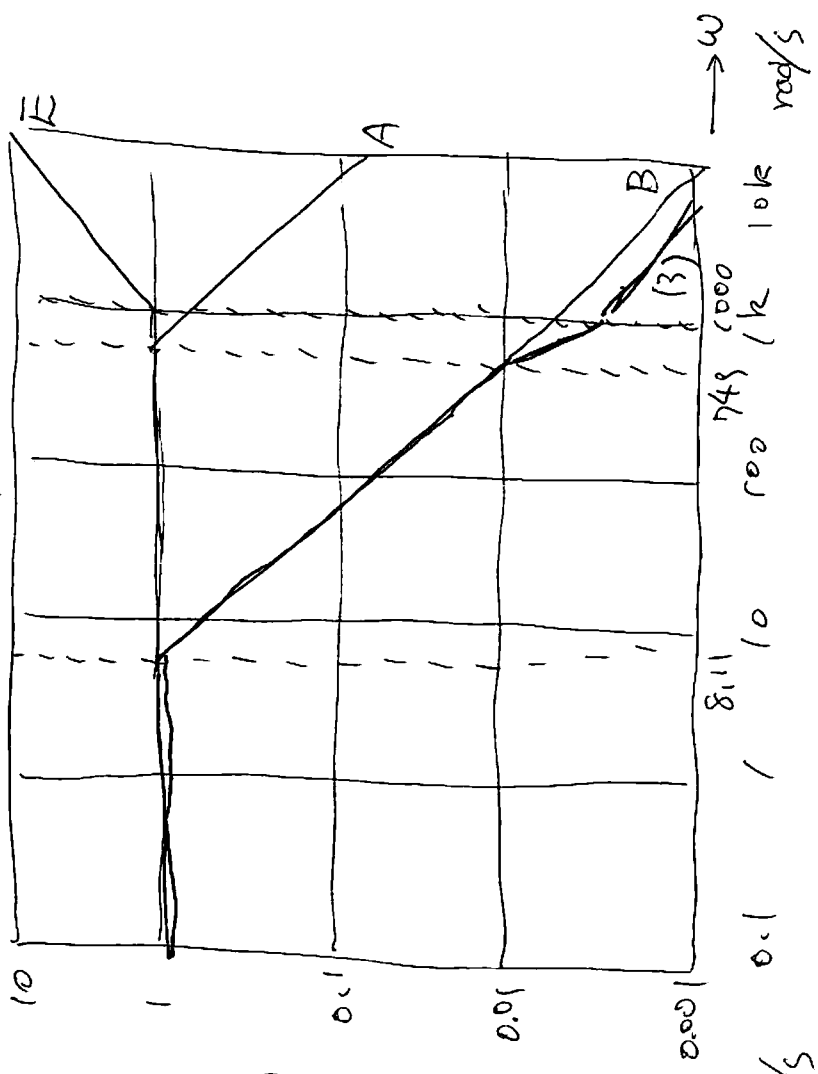
$$(2) \dots \frac{V_{R2}}{V_{in}} = \frac{j\omega 100.m (1 + j\omega 1.m)}{(1 + j\omega 1.335.m) (1 + j\omega 123.34.m)}$$

D E
 ↙ ↘
 A B

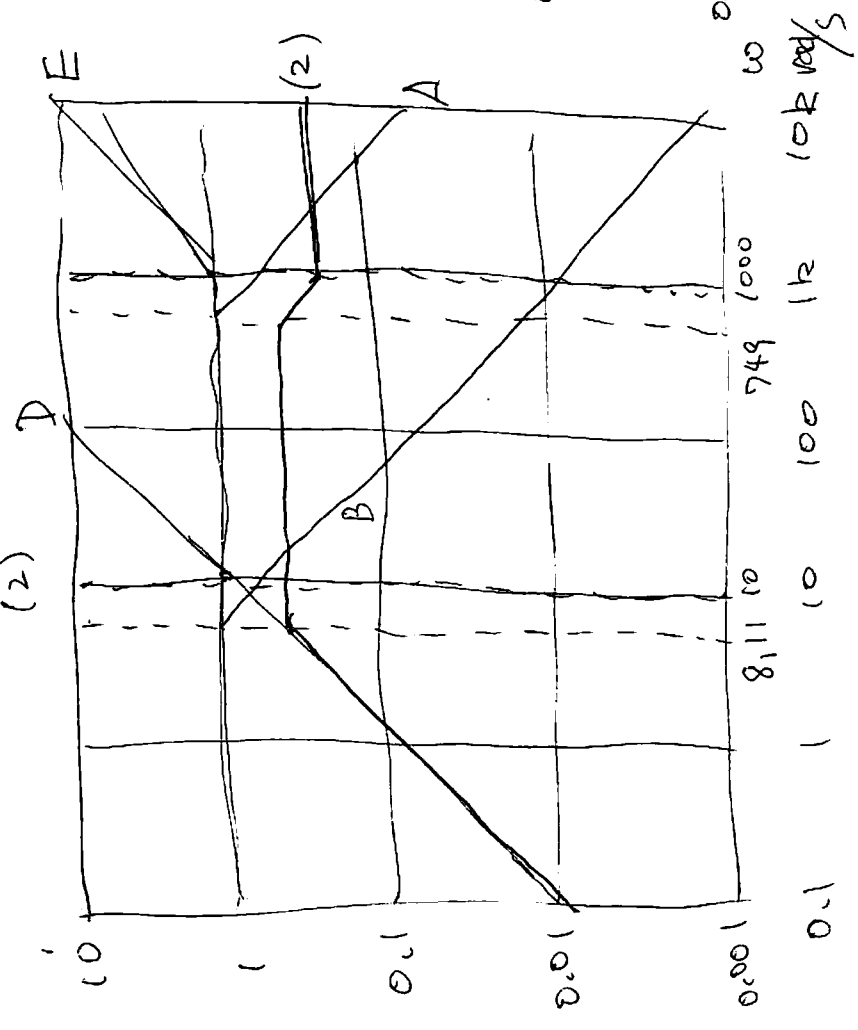
$$(3) \frac{V_{C2}}{V_{in}} = \frac{1 + j\omega 1.m}{(1 + j\omega 1.335.m) (1 + j\omega 123.34.m)}$$

E
 ↙
 A B

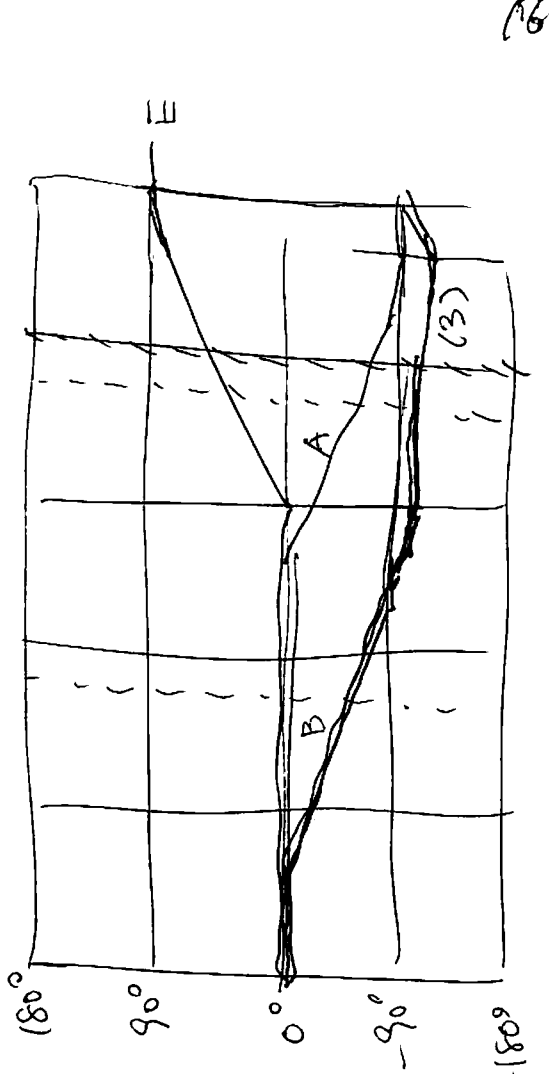
(7)



(2)



(3)



(2)

