

問題17 制御工学 A

I

(出題意図)

与えられた制御系のブロック線図から，時間応答解析，フィードバック制御系の構造，安定性判別の理解度について問う。

- ラプラス逆変換により，ステップ応答の導出ができること。
- ブロック線図から伝達関数を導出し，所望の入出力関係となる伝達関数を設計できること。
- システムの定常値が存在する条件と，その値を導出できること。
- フィードバック制御系の構造を理解し，安定条件を導出できること。

II

(出題意図)

伝達関数と周波数特性の関係の理解度について，極・零点配置と位相の関係および周波数応答解析力と特徴量の計算能力について問う。

問題17 制御工学A

I

(解答)

$$(1) \ y(t) = 1 - e^{-2t} - 2te^{-2t}$$

$$(2) \ H(s) = \frac{4}{(s+2)^2}$$

$$(3) \ \text{条件: } K_1 > -2, \text{ 収束した値: } \frac{4+K_1}{2(2+K_1)}$$

$$(4) \ 0 < K_2 < 3(2 + K_1)$$

II

(解答)

$$(1) \ 0 < \alpha < 1$$

$$(2) \ \omega = \frac{1}{T\sqrt{\alpha}}$$

問題18 電気回路

I

出題意図

- ・相互誘導の有無に応じて、適切な交流回路の方程式を解くことができる。

問題 18 I 解答例

(1)

$$Z_{RL1} = R + j\omega L_1$$

(2)

$$Y = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L_1^2} + j \left(\omega C - \frac{\omega L_1}{R^2 + \omega^2 L_1^2} \right)$$

(3)

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{L_1 C} - \frac{R^2}{L_1^2}}$$

(4)

$$L_3 = L_1 - \frac{M^2}{L_2}$$

(5)

$$C = \frac{L(1 - k^2)}{\omega_2^2 L^2 (1 - k^2)^2 + R^2}$$

(6)

$$P = \frac{RE^2}{R^2 + \omega_2^2 L^2 (1 - k^2)^2}$$

問題18 電気回路

Ⅱ

出題意図：抵抗・インダクタ・コンデンサを含む回路の定常状態および過渡現象に関する理解を確認する。

問題Ⅱ

(1)	$i_0 = \frac{E}{R_1}$
(2)	$i_1(t) = \frac{E}{R_1} e^{-\frac{R_2}{L}t}$
(3)	$W = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R_1}\right)^2$
(4)	$i_1(t) = \frac{E}{R_1}\left\{1 - e^{-\frac{R_1R_2}{(R_1+R_2)L}t}\right\}$
(5)	$i_2(t) = \frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{R_1R_2}{(R_1+R_2)L}t}$
(6)	$T = \frac{(R_1+R_2)L}{R_1R_2} \ln\left(\frac{2R_1+R_2}{R_1+R_2}\right)$
(7)	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
(8)	$E_{L_{max}} = \frac{E}{R_1}\sqrt{\frac{L}{C}}$
(9)	$E_{C_{max}} = \frac{E}{R_1}\sqrt{\frac{L}{C}}$

問題19 電磁気学

I

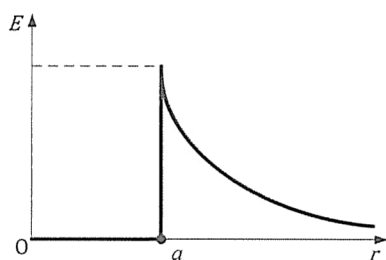
出題意図：

円筒座標系における対称性を持つ電荷分布から電界分布を系統的に導出する基礎力を問う。また電位分布，定常電流の導出方法を理解しているか，最大電界強度という制約条件下における境界条件と電位差を導出できるかを問う。

解答例

$$(1) E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r_1}$$

(2)



$$(3) V(r) = \frac{V_0}{\log_e \frac{a}{b}} \log_e \frac{r}{b}$$

$$(4) I = \frac{2\pi\sigma V_0}{\log_e \frac{b}{a}}$$

$$(5) C = \frac{2\pi}{\frac{1}{\epsilon_1} \log_e \frac{c}{a} + \frac{1}{\epsilon_2} \log_e \frac{b}{c}}$$

$$(6) V_{\max} = \frac{\frac{1}{k} b E_m}{e}$$

II

(出題意図)

時間的に変化する磁束によって回路に誘導起電力が発生する電磁誘導の基本原理を理解し、それを具体的な物理系に適用して定量的に計算できる能力を問う。

具体的には、以下の3点の習得を確認したい。

1. 均一磁場における電磁誘導の理解

導体棒の移動に伴い回路を貫く磁束が変化し、誘導起電力が発生する仕組みを理解しているか、磁束と誘導起電力の関係を正しく導出できるか。

2. 磁束変化と移動電荷量の関係の把握

磁束密度の急激な変化に伴い回路に流れる電流を積分し、移動する全電荷量 Q を求めることで、起電力、抵抗、および電荷量の関係を適切に扱えるか。

3. 非均一磁場における電磁誘導の理解

磁束密度が非均一な系においても、電磁誘導の原理を正しく適用し、誘導起電力を導き出せるか。

(解答)

(1) $2aB_0vt$

(2) $2aB_0v$

(3) $\frac{2aB_0vt_0}{R}$

(4) $2aB_0x\Delta x$

(5) $2aB_0v^2t$

問題20 電子回路

【出題意図】

エミッタ接地トランジスタ回路を題材として、 h パラメータの定義とその物理的意味についての理解を確認する。さらに、 h パラメータを用いた小信号等価回路を正しく構成し、回路方程式から電圧利得および出力インピーダンスを導出させることで、トランジスタの小信号動作に関する基礎知識と、それを実際の回路解析に適用する能力を総合的に評価する。

問題20 電子回路 解答例

解答例

(1)

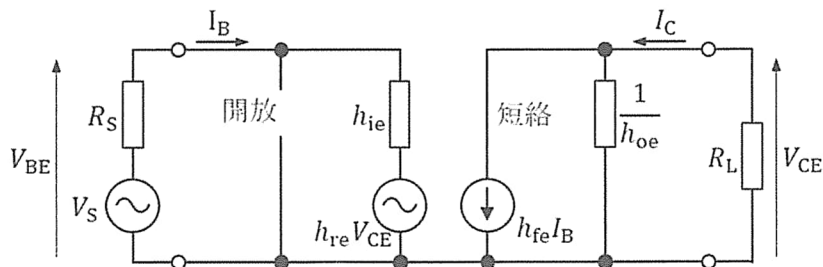
$$h_{ie} = \left(\frac{V_{BE}}{I_B} \right)_{V_{CE}=0}, \quad h_{fe} = \left(\frac{I_C}{I_B} \right)_{V_{CE}=0}$$

(2)

$$h_{re} = \left(\frac{V_{BE}}{V_{CE}} \right)_{I_B=0}, \quad h_{oe} = \left(\frac{I_C}{V_{CE}} \right)_{I_B=0}$$

(3) ①(カ), ②③のいずれかに(ア), ②③のいずれかに(ウ),

④⑤のいずれかに(オ), ④⑤⑥のいずれかに(イ), ④⑤⑥のいずれかに(エ)



(4)

$$A_v = \frac{V_{CE}}{V_{BE}} = \frac{h_{fe} R_L}{h_{re} h_{fe} R_L - (1 + h_{oe} R_L) h_{ie}}$$

(5)

$$R_o = \frac{V_{CE}}{I_C} = \frac{R_S + h_{ie}}{h_{oe} (R_S + h_{ie}) - h_{fe} h_{re}}$$