

電気回路・電子回路

注意：答案用紙は一人当たり2枚である．問題 (A) と (B) はそれぞれ対応する答案用紙に解答せよ．

問題 (A)

以下の設問 (1) と (2) において， j は虚数単位， $\dot{E}$ ， $\dot{I}$ ， $\dot{V}$ 等の上の点「 $\cdot$ 」は，それらが交流のフェーザ表示（すなわち実効値と位相を表現する複素数）であることを意味する．値が指定されている記号についてはそのまま解答欄に記入せずに，計算結果を数値で答えること．

- (1) 図 A-1 の回路において， $\dot{E}=25$ [V]， $R_1=4$ [Ω]， $R_2=3$ [Ω]， $L=60$ [mH]，角周波数 $\omega=50$ [rad/s] とし，以下の①～④に答えよ．

- ① 電流計 A が 0 [A]，すなわちブリッジが平衡条件を満たすように静電容量 C [F] を定めよ．
- ② ①の状態において，電流 $\dot{I}_1$ および $\dot{I}_2$ を求めよ．
- ③ ①の状態において， $\dot{V}_L$ および $\dot{V}_C$ を求めよ．
- ④ ①の状態において，この回路全体の消費電力 P を求めよ．なお， $|\dot{E}|$ は実効値とする．

- (2) 図 A-2 の回路において $\dot{V}_1 = j 100$ [V]， $\dot{V}_2 = j 150$ [V]，角周波数 $\omega = 1000$ [rad/s] とする．また，3つのインダクタの間に相互結合はなく，それぞれの自己インダクタンスは $L_1=10$ [mH]， $L_2=15$ [mH]， $L_3=6$ [mH] とする．以下の①と②に答えよ．

- ① $\dot{I}_1$ および $\dot{I}_2$ を閉路電流と考えると，次の網目方程式（閉路方程式）が成立する． $\dot{Z}_{11}$ および $\dot{Z}_{12}$ の値を答えよ．

閉路インピーダンス行列

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{Z}_{11} & \dot{Z}_{12} \\ \dot{Z}_{21} & \dot{Z}_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{I}_1 \\ \dot{I}_2 \end{bmatrix}$$

- ② 電流 $\dot{I}_1$ および $\dot{I}_2$ を求めよ．

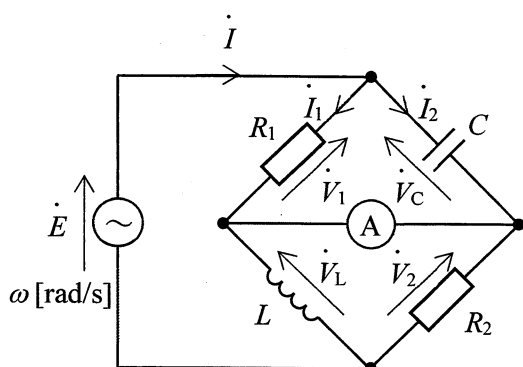


図 A-1

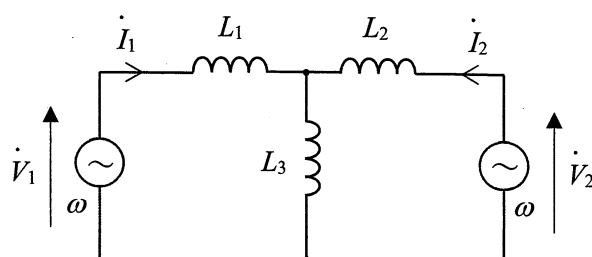


図 A-2

電気回路・電子回路

問題 (B)

以下の各設問 (1)～(3) から 2 問を選んで解答せよ。解答順は任意とする。選択した設問の番号・記号を答案用紙に明記のこと。2 問を超えて解答すると減点となるので、記入済みの解答を無効とする場合は、×印で該当する解答を取り消すこと。

- (1) バイポーラ・トランジスタと受動素子をいくつか組み合わせた増幅回路に関する以下の各選択肢から、誤りを含む選択肢をすべて選び、それぞれ修正すべき点を明示せよ。
- a) 増幅回路の入力インピーダンスとは、入力 の 2 端子間をテスターで測った抵抗値である。
 - b) 増幅回路の性能は、増幅率のみで決まる。
 - c) 増幅回路は、エネルギーを新たに生み出す作用がある。
 - d) 増幅回路の設計において、特に注意すべき点はなく、カタログシートに掲載された標準的な電流増幅率を信じて設計すればよい。
 - e) エミッタ抵抗 r_e とは、トランジスタのベース・エミッタ間の直流電圧 V_{BE} を直流エミッタ電流 I_E で割った値のことである。
- (2) 演算増幅器に関係した次の各問について答えよ。
- a) 増幅率 $-\mu$ (< 0) の増幅器と伝送利得 β の帰還路を組み合わせた帰還増幅回路の構成 (ブロック線図) を示し、閉ループ利得 G を求めよ。さらに、演算増幅器を用いた回路にその構成を適用することによる複数の利点について述べよ。
 - b) 演算増幅器 1 個と必要とする複数の受動素子を用いて、二つの入力電圧 v_1, v_2 に対して、電圧 $v_o = 2(v_1 - v_2)$ を出力する回路を設計せよ。さらに、設計した回路について、確かに $v_o = 2(v_1 - v_2)$ となることを導出せよ。
- (3) デジタル回路の構成と特性に関する、次の各問について答えよ。
- a) 必要な記号を定義した上で、ノイズマージン V_{NM} の式を示せ。電源電圧 V_{DD} に対する V_{NM} の最大値とともに、そのために各記号に設定すべき値を示せ (理論上の値でよい)。
 - b) 最大ファンアウト数 FO_{max} について説明するとともに、回路構成方式: TTL, CMOS の違いによって、その計算方法にどのような違いが生じるかについて述べよ。
 - c) 同じバイポーラ・トランジスタを、増幅回路 (アナログ回路) に用いる場合とデジタル回路に用いる場合があるが、それぞれどの動作領域を適用するか、理由とともに示せ。