

# 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 (1) と (2) に答えよ. なお,  $j$  は虚数単位を,  $\dot{E}$ ,  $\dot{V}$ ,  $\dot{I}$ ,  $\dot{Z}$  の上の点「 $\cdot$ 」は, それらが大きさと位相を含む複素数であることを意味する.

(1) 図 A-1 の回路において,  $C_1 = 20 [\mu\text{F}]$ ,  $C_2 = 30 [\mu\text{F}]$ ,  $\dot{E}_1 = j5 [\text{V}]$ ,  $\dot{E}_2 = j10 [\text{V}]$ , 電源の角周波数  $\omega = 1000 [\text{rad/s}]$  とし, 以下の①～⑤の問いに数値 (有効数字 3 桁以内) で答えよ.

- ① 端子 a-b を開放したときの電圧  $\dot{V}_{ab}$  を求めよ.
- ② 端子 a-b から見た内部インピーダンス  $\dot{Z}_0$  を求めよ.
- ③ 端子 a-b を短絡したときに a から b へ向かって流れる電流  $\dot{I}_{ab}$  を求めよ.
- ④ 端子 a-b に負荷抵抗  $R$  を接続したとき, この負荷における消費電力が最大となる抵抗値  $R$  を定めよ.
- ⑤ ④において負荷抵抗  $R$  で消費される電力を求めよ.

(2) 図 A-2 の共振回路において  $\dot{E} = 10 [\text{V}]$ ,  $R = 10 [\Omega]$ ,  $L = 500 [\text{mH}]$ ,  $C = 200 [\mu\text{F}]$  とし, 以下の①～④の問いに答えよ.

- ① 角周波数  $\omega [\text{rad/s}]$  を 0 から  $\infty$  まで変化させたとき, 合成インピーダンス  $\dot{Z}$  が複素平面上でたどる軌跡 (すなわちインピーダンス軌跡) を描け. なお, 複素平面の横軸および縦軸には適切な目盛りを記入すること.
- ② ①と同様に, アドミタンス  $\dot{Y} (= 1/\dot{Z})$  の軌跡を描け.
- ③ 角周波数  $\omega$  に対する電流  $|\dot{I}|$  のグラフ (すなわち共振曲線) を描け. なお, 共振角周波数  $\omega_0$  および電流の最大値  $|\dot{I}_{\max}|$  の位置には数値を記入すること.
- ④ 共振回路の半値幅が意味する範囲を③のグラフ上に描き, その値を記入せよ.

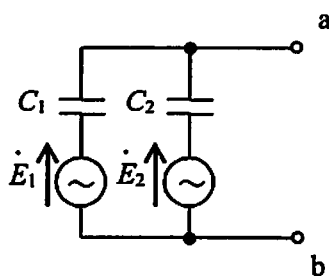


図 A-1

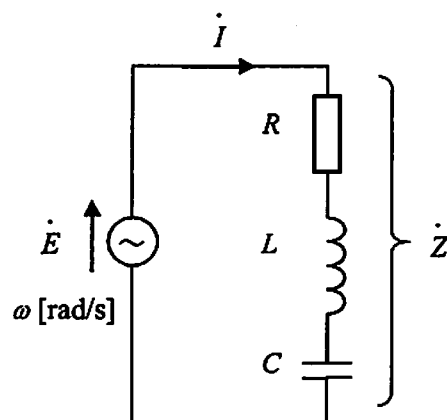


図 A-2

## 電気回路・電子回路

### 問題 (B)

以下の各設問に解答せよ。解答順は任意とする。

(1) トランジスタ 1 素子を用いた増幅回路に関する、次の各問について答えよ。

- a) バイポーラ・トランジスタ 1 素子, 抵抗とコンデンサ (キャパシタ) 各 2 素子, 直流電源  $V_{CC}$  からなるエミッタ接地増幅回路を示せ。
- b) バイポーラ・トランジスタ 1 素子, 抵抗 3 素子とコンデンサ (キャパシタ) 2 素子, 直流電源  $V_{CC}$  からなるコレクタ接地増幅回路を示せ。
- c) 出力インピーダンス, 電圧利得, 電流利得のそれぞれについて, a) と b) のいずれが高い値を示すか表にまとめよ (式導出は不要)。さらに, b) の用途について簡単に示せ。
- d) b) のコレクタ接地増幅回路に関して, トランジスタの  $h_{FE} = \beta = 100$ , 負荷抵抗  $R_L = 10 \text{ [k}\Omega\text{]}$ , 直流電源電圧  $V_{CC} = 12 \text{ [V]}$  とするとき, 音声信号を入力することを前提として,  $R_L$  以外の抵抗 2 素子, およびコンデンサ (キャパシタ) 2 素子のそれぞれについて, 値を決定せよ。

(2) 負帰還増幅回路および演算増幅器に関する、次の各問について答えよ。

- a) 図 B に示すように, 増幅率 (開ループ利得)  $\mu (> 0)$  の増幅器を帰還率  $\beta$  の負帰還回路と組み合わせる場合, 閉ループ利得  $G$  について  $\mu$  と  $\beta$  を用いて表現せよ。
- b) 一般に演算増幅器の入力段に多用される増幅回路を図示するとともに, その名称および特徴 2 点について述べよ。
- c) 図 B において, 増幅器には演算増幅器を用いるとともに帰還率  $\beta$  は 0.01 とする場合, 演算増幅器と抵抗それぞれの回路記号を用いて, 対応する回路図を示せ。さらに, その演算増幅器の開ループ利得  $\mu$  が i) 40 dB, ii) 80 dB, それぞれの場合について, 閉ループ利得  $G$  を求めよ (dB 単位への変換は不要)。
- d) 演算増幅器を用いた負帰還増幅回路における仮想短絡 (virtual short) について説明するとともに, 仮想短絡が成り立つために必要な二つの条件について述べよ。

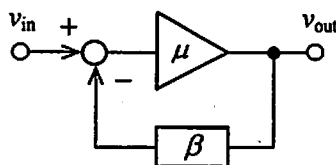


図 B