

電気回路・電子回路

問題 (A)

以下の設問(1)と(2)については問題(A)用の答案用紙に解答せよ。なお、 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、 $R_1 = 20 [\Omega]$ 、 $R_2 = 10 [\Omega]$ 、 $I_1 = 0.2 [\text{A}]$ 、 $E_2 = 3 [\text{V}]$ とする。

- ① 端子 a-b の開放電圧 E_0 を求めよ。
- ② 端子 a-b から見た内部抵抗 R_0 を求めよ。
- ③ 端子 a-b の短絡電流 I_0 を求めよ。
- ④ この回路をノートンの等価回路に書き直せ。端子 a-b を明記すること。

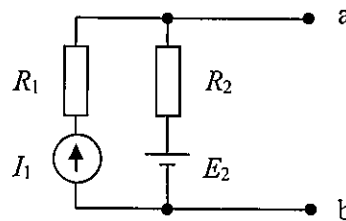


図 A-1 2つの電源をもつ回路

(2) 図 A-2 の回路において、 $\dot{E} = 15 + j15 [\text{V}]$ 、 $R = 30 [\Omega]$ 、 $L = 200 [\text{mH}]$ 、 $C = 500 [\mu\text{F}]$ 、角周波数 ω [rad/s] とする。

- ① 角周波数 ω を $50 [\text{rad/s}]$ から $250 [\text{rad/s}]$ まで変化させたとき、ab 間の合成インピーダンス Z が複素平面上で描く軌跡を図示せよ。
- ② 共振角周波数 ω_0 を求めよ。
- ③ 角周波数 $\omega = \omega_0$ における電流 \dot{I} を求めよ。
- ④ 角周波数 $\omega = \omega_0$ において、 R で消費される電力 P_0 を求めよ。
- ⑤ 図 A-3 のように R で消費される電力が前問の P_0 の半分となるような角周波数を ω_1 および ω_2 (ただし $\omega_2 > \omega_1$) とするとき、半値幅 $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$ を求めよ。

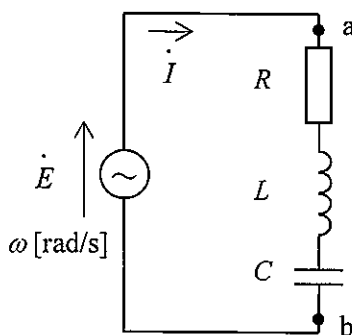


図 A-2 共振回路

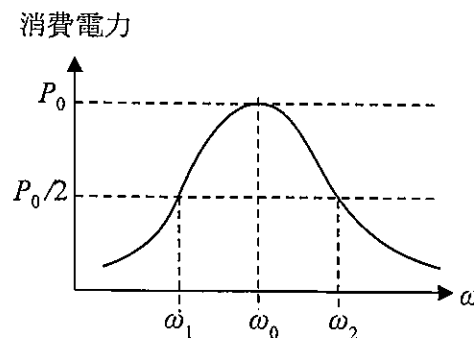


図 A-3 消費電力の周波数特性

電気回路・電子回路

問題 (B) 回路図中の抵抗およびキャパシタに添えた文字 (R_1, R_2 など) はそれぞれ抵抗値および静電容量を表す。問題 (B) の答案用紙の解答欄に、導出過程は記入せず、最終結果のみを記入しなさい。

- (1) 図 B-1 は交流信号増幅回路の回路図で、 $v_i(t) = V_i e^{j\omega_1 t}$ (t は時間) の電圧が入力され、電圧 $v_o(t)$ が出力されている。図中、S, T, X, Y はそれぞれ節点を示し、 Q_2 は熱暴走を防ぐ目的で Q_3 および Q_4 と熱結合して実装される。また、 $\omega_1 C_2 R_6 \gg 1, \omega_1 C_2 R_7 \gg 1$ である。以下の問に答えなさい。
- 回路素子 Q_1, Q_3, Q_4 のそれぞれについて、I) 素子の種類と II) 回路方式の該当するものを以下から選んで、それぞれ記号で答えなさい。
 - i. pnp トランジスタ ii. npn トランジスタ
 - iii. p チャネル接合形 FET iv. n チャネル接合形 FET
 - II) v. ベース接地 vi. エミッタ接地 vii. コレクタ接地
 - viii. ゲート接地 ix. ソース接地 x. ドレイン接地
- b) 図中の節点 S, T, X, Y それぞれにおける交流電圧は、 $v_i(t)$ と同相か逆相かを答えなさい。
- c) 図中の節点 X および Y における交流電圧振幅 V_X および V_Y の比 V_X/V_Y の値を求めなさい。
- d) C_1, C_2, C_3 はいずれも容量が十分大きいとして、この回路の電圧利得に最も関係が深い抵抗を 3 つ選び、それらで電圧利得を表しなさい。
- e) 節点 S の電位は抵抗 R_1 と R_2 で決まる。これらの抵抗値は、回路の高入力インピーダンスと低損失の観点では大きい方が望ましいが、大きいとそれぞれを流れる電流が小さくなる。適切な電流とするための条件を述べなさい。
- f) $v_i(t)$ が d) の電圧利得を得るための C_1 に求められる条件を不等式で示しなさい。ただし、節点 S から Q_1 をみた入力インピーダンスは十分大きいとする。

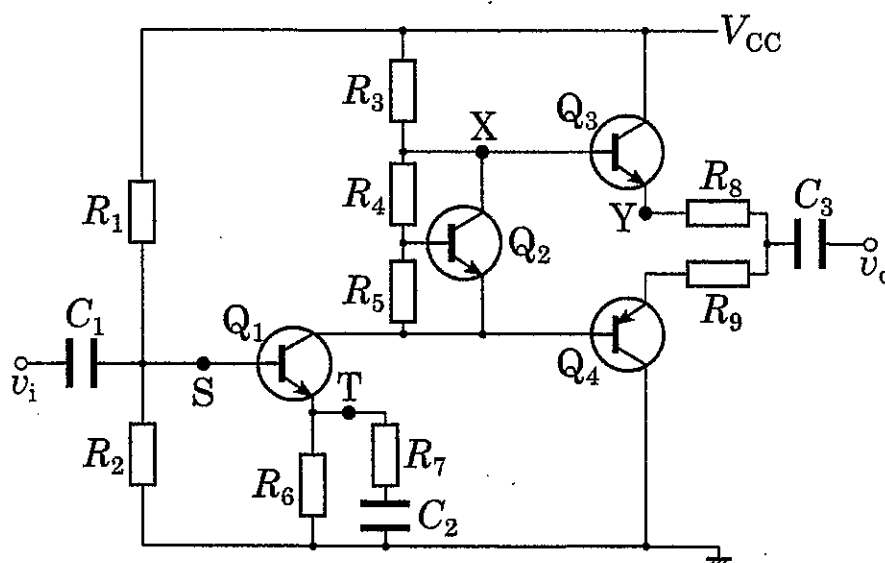


図 B-1

(次ページへ続く)

(2) 演算増幅器に関する以下の問に答えなさい。

- a) 図 B-2 の回路の出力電圧 v_o を入力電圧 v_1, v_2, v_3 で表しなさい。
- b) 図 B-3 は増幅機能を備えた低域通過濾波器 (LPF) の回路図である。I) この LPF のカットオフ周波数 f_c を求めなさい。また, II) 利得の大きさ $|G(\omega)|$ の周波数特性を答案用紙のグラフに描きなさい。ただしグラフ中 $\omega_0 = \frac{1}{CR}$ である。
- c) 図 B-4 は電圧利得が 1 の増幅器の回路図である。入出力で電圧の大きさが変化しないこの回路の用途を説明しなさい。

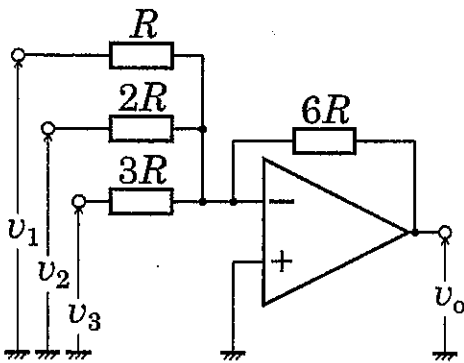


図 B-2

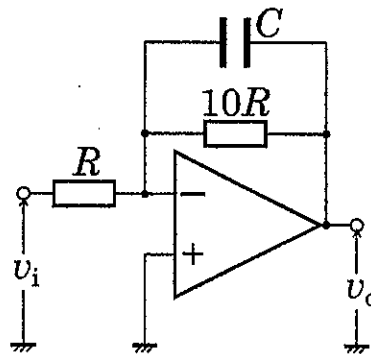


図 B-3

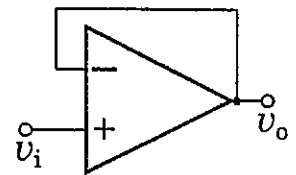


図 B-4

以上