

2006
H19

金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
専攻名	電子情報工学専攻	
試験科目名	専門科目	P. 3/5

【電子回路】

注意：問1と問2の解答は別々の答案用紙に書くこと。

問1 バイポーラトランジスタを用いた増幅回路について、以下の問に答えよ。なお、直流バイアスは適切に設計されているものとする。

- (1) トランジスタのエミッタ接地T形簡易等価回路を描け。ただし、コレクタ抵抗 r_c は無視してよく、エミッタ抵抗を r_e 、ベース抵抗を r_b 、電流増幅率を β とする。
- (2) (1)で求めた等価回路を用いて、図1に示す回路の小信号等価回路を描け。ただし、交流信号に対して、各コンデンサのインピーダンスは十分小さいものとする。
- (3) 図1の回路の電圧利得 $A_1 = v_o/v_i$ を求めよ。
- (4) $R_L = 5\text{ k}\Omega$ 、 $r_e = 10\text{ }\Omega$ 、 $r_b = 100\text{ }\Omega$ 、 $\beta = 99$ のとき、 A_1 の値を求めよ。
- (5) (1)で求めた等価回路を用いて、図2に示す回路の小信号等価回路を描け。ただし、交流信号に対して、各コンデンサのインピーダンスは十分小さいものとする。また、2つのトランジスタのエミッタ抵抗、ベース抵抗、電流増幅率は同一とし、それぞれ r_e 、 r_b 、 β とする。
- (6) 図2の回路の電圧利得 $A_2 = v_o/v_i$ を求めよ。
- (7) $R_L = R_0 = 5\text{ k}\Omega$ 、 $r_e = 10\text{ }\Omega$ 、 $r_b = 100\text{ }\Omega$ 、 $\beta = 99$ のとき、 A_2 の値は A_1 の値の何倍になるか、小数点以下第3位を四捨五入して小数点以下第2位まで求めよ。

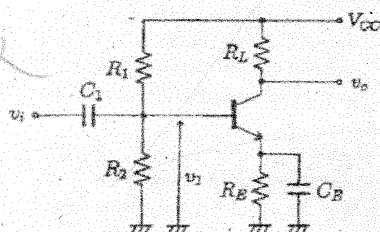


図1：増幅回路1

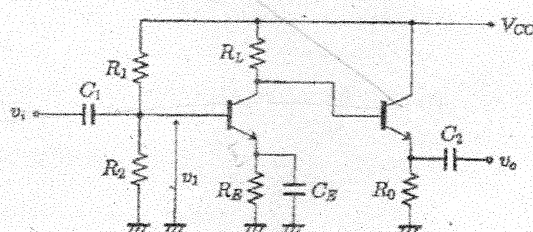


図2：増幅回路2

問2 図3のようなオペアンプ（演算増幅器）を使った回路について、以下の問に答えよ。なお、以下では結果だけでなく、導出過程も明示すること。また数値は、明記した上で適宜近似を行ってよい。

- (1) 用いるオペアンプが理想オペアンプであると仮定したとき、出力 v_o を求めよ。なお、以下で理想オペアンプとは、オレータ・ノレータモデルで近似可能な、入力インピーダンスが無限大、出力インピーダンスがゼロ、電圧利得が無限大、周波数帯域幅が無限大、などの特性をもつものとする。
- (2) 用いるオペアンプが、有限の電圧利得 A_0 をもち、それ以外の特性は理想オペアンプであると仮定したときの出力 v_o を求めよ。
- (3) 図3において $R_1 = \infty$ 、 $R_2 = 0$ とした回路（ボルテージフォロア）を考える。用いるオペアンプの電圧利得 A が、次式のような周波数特性をもち、それ以外は理想オペアンプであると仮定したときの出力 v_o を求めよ。（ただし、 j は虚数単位である）

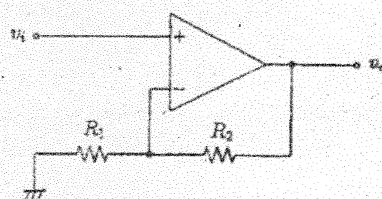


図3：オペアンプを使った回路

$$A(f) = \frac{A_0}{1 + j \frac{f}{f_c}}$$

- (4) (3)において、 $A_0 = 100\text{ dB}$ 、 $f_c = 10\text{ Hz}$ のとき、出力 v_o と入力 v_i の位相差が $\pi/4\text{ (rad)}$ となる周波数 f を求めよ。

$$G = 20 \log_{10} \left(\frac{3}{4} \right) \text{ dB}$$

dBの認識 & 位相問題

$$100 = 20 \log_{10} A \Leftrightarrow 5 = \log_{10} A$$

$$A = 10^5$$