

電子回路第1および演習 期末試験

2016/8/4 08:45~10:30@LH(秋田)

※書籍・手書き自筆ノートのみ持込可です。

※解答はすべて別紙解答用紙に、導出過程を含めて記述すること。また $\log_{10}2=0.3$, $\log_{10}3=0.5$ とする。

※問題中のオペアンプは、特に指定がある場合を除き、理想的なオペアンプを用いると仮定する。

1. 図1のようなオペアンプを用いた回路を考える。ただし電流源 I_1 は、計測対象の物理量に応じて電流量が変化するセンサ素子(例えば受光素子のフォトダイオード)をモデル化したものである。(40点)

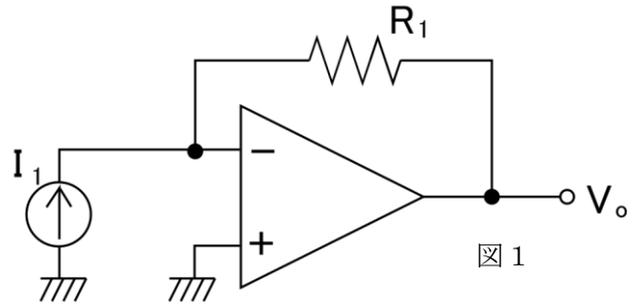
(1) 出力 V_O を求めよ。

(2) オペアンプの増幅率が有限の値 A である場合の出力 V_O を求めよ。ただしオペアンプのその他の特性は理想的であるとする。

(3) 図1の回路で I_1 が $0[\text{mA}] \sim 1[\text{mA}]$ の範囲で変化するとき、それに対応して出力が $0[\text{V}] \sim -2[\text{V}]$ の範囲で変化するように、 R_1 の値を求めよ。

(4) 図1の回路をもとに、 I_1 が $0[\mu\text{A}] \sim 1[\mu\text{A}]$ の範囲で変化するとき、

それに対応して出力が $0[\text{V}] \sim 1[\text{V}]$ の範囲で変化する回路を、オペアンプを2個用いて設計し、その回路図を示せ。



2. オペアンプを用いたフィードバック回路について考える。(20点)

(1) 図2のようなフィードバック回路の伝達関数 $G(f)=V_O/V_i$ を求めよ。

(2) A が図3のような周波数特性をもつオペアンプの、 $f=0[\text{Hz}]$ における利得(直流利得) A_{DC} を[倍]を単位で表せ。

(3) このオペアンプの利得帯域幅積を求めよ。

(4) このオペアンプを用いた図2の回路で $\beta=0.1$, $\beta=0.01$ の場合それぞれの $G(f)$ のカットオフ周波数 ($|G(f)|$ が f とともに下がり始める周波数) を求めよ。

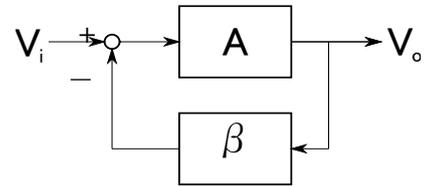


図2

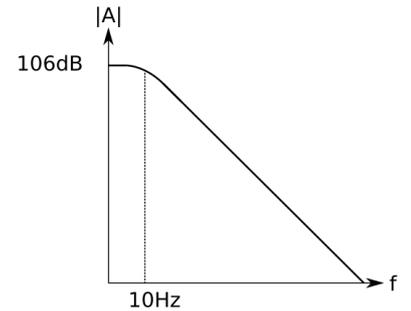


図3

3. 図4のようなトランジスタを用いた増幅回路(エミッタ・フォロア)を考える。(30点)

(1) 適切な V_{BIAS} , V_{DD} 等が設定されていると仮定し、小信号等価回路を示せ。ただし小信号等価回路図中の素子(抵抗・電圧源・電流源等)の値を明示し、またそれらに関連する必要な電圧・電流等の定義を明示すること。またトランジスタの小信号等価回路における相互(トランス)コンダクタンスと入力抵抗、出力抵抗を、それぞれ g_m , r_π , r_o とする。

(2) この回路の小信号に対する電圧増幅率 A_V を求めよ。

(3) 用いるトランジスタの $h_{FE}(\beta)$, V_A をそれぞれ 200, 100[V] とし、また回路の動作温度 $T=300[\text{K}]$ 、コレクタ電流 $I_C=2[\text{mA}]$ とするとき、 $R_L=1[\text{k}\Omega]$ と $20[\text{k}\Omega]$ のそれぞれについて、 g_m , r_o およびこの回路の A_V の値を求めよ。なお計算の途中過程では適宜明記をして近似を行ってよい。また $T=300[\text{K}]$ のときの $1/V_T=q/kT=38.5[\text{V}^{-1}]$ とする。

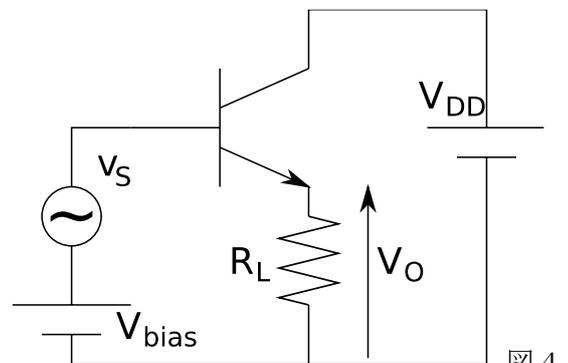


図4

4. この「電子回路第1及び演習」を通して学んだことが、あなたの普段の生活や今後の進路にどのような関係・影響があったか(またはありそうか)、他のこれまでの講義で学んだこととの関連やあなた自身の感想などを交えて、自由に考えを述べてください。(記述の内容は点数に反映させませんので、思うままに自由に述べてください) (10点)