

平成28年度第1次募集（平成27年10月入学含む）
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一般入試

電気情報工学専攻
電気電子工学コース
C2

専門科目（電気電子工学）

注意事項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、表紙を含めて全部で5ページある。
- 3 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、120分である。
- 6 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

【1】以下の設問に答えなさい。

- (1) 図1に示すような、外半径 a 、内半径 b の中空円筒
導体内部に半径 c の円柱導体が配置されている。内
外導体は均一に電流 I が逆向きに流れているとする。
この時、導体中心からの距離を r として、 $0 < r < c$ 、
 $c < r < b$ 、 $b < r < a$ 、 $a < r$ における磁界の大きさをそ
れぞれ求めよ。

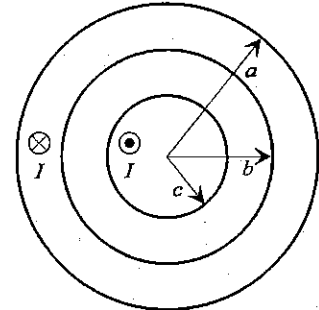


図1

- (2) マックスウエルの方程式を微分形で示せ。ただし、使用する記号は電磁気学で用
いられる一般的な記号を用いること。
- (3) (2) を用い電荷密度がゼロの条件で、電界と磁界の強さが波動方程式となること
を示せ。

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

【2】以下の問いに答えなさい。

- (1) 図2のような抵抗 $R_1 \sim R_6$ から構成されるブリッジ回路における平衡条件を求めよ。
 なお、 E は印加電圧であり、 D は検流計とする。

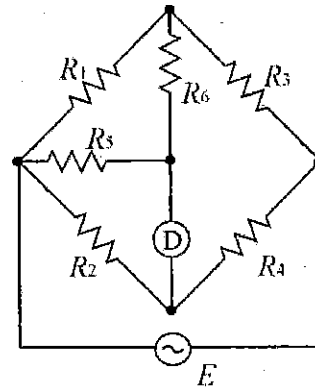


図2

- (2) 図3の四端子回路において、次の①～③が成立した。 F パラメータ（四端子定数）の A, B, C, D を求めよ。また、単位も示すこと。

- ① 一次電圧 $V_1 = 12 \text{ V}$ を印加して、 $2-2'$ 端子を開放したところ、二次電圧 $V_2 = 6 \text{ V}$ となった。
- ② $V_1 = 12 \text{ V}$ を印加して、 $2-2'$ 端子に 9Ω の抵抗を接続したところ、 $V_2 = 4 \text{ V}$ となった。
- ③ $V_2 = 12 \text{ V}$ を印加して、 $1-1'$ 端子に 3Ω の抵抗を接続したところ、 $V_1 = 3/2 \text{ V}$ となった。

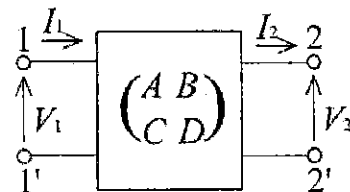


図3

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[3-1] 以下の問に答えなさい。

差動増幅回路について以下の設問に答えなさい。ただしトランジスタ Q_1 と Q_2 , Q_3 と Q_4 , および Q_5 と Q_6 の特性はそれぞれそろっていると仮定する。

- (1) 図 A のトランジスタ交流等価回路を用いて、図 B の基本差動増幅回路の交流等価回路を描きなさい。
- (2) 差動利得 $A_d = \frac{v_3 - v_4}{v_1 - v_2}$ を求め、簡略化しなさい。
- (3) 同相利得 $A_c = \frac{v_3 + v_4}{v_1 + v_2}$ を求め、簡略化しなさい。
- (4) 差動利得を大きく、同相利得を小さくしたい。なぜか。
- (5) 差動利得を大きく、同相利得を小さくするにはどうすればよいか。
- (6) 図 C の差動増幅集積回路について $Q_3 \sim Q_6$ のエミッタの矢印を正しく描きなさい。
- (7) $V_{CC} = V_{EE} = 3V$, $V_{BE} = 0.6V$ とする。 Q_1 と Q_2 にそれぞれ $1mA$ の直流バイアス電流を供給したい。 R_{ref} の値を答えなさい。

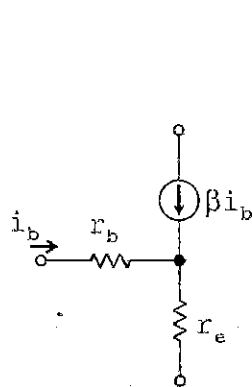


図 A トランジスタ交流等価回路

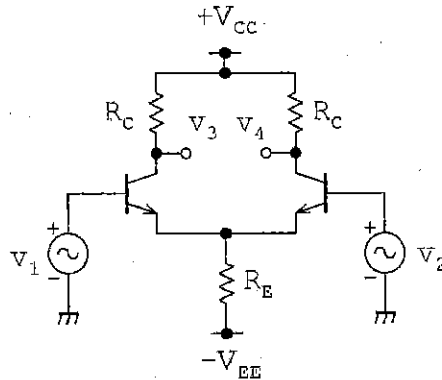


図 B 基本差動増幅回路

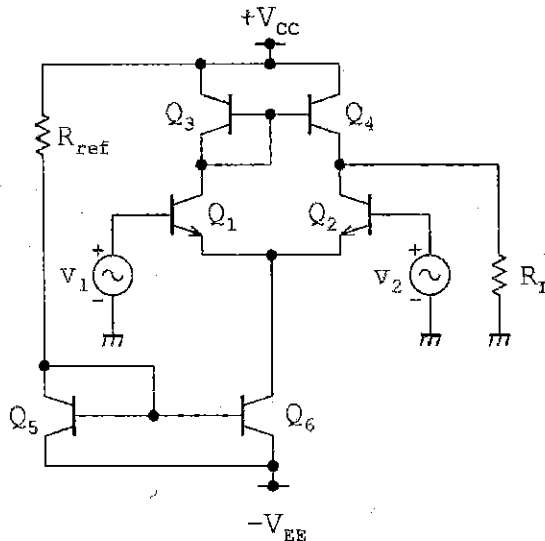


図 C 差動増幅集積回路

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[3-2] 以下の命題について正誤を○×で答えなさい。ただし、電圧源、電流源とはそれぞれ理想電圧源、理想電流源のことである。

- (1) 電圧源の内部インピーダンスはゼロである。
- (2) 電流源の内部インピーダンスはゼロである。
- (3) 電圧源とインピーダンスの並列接続による電源においてインピーダンスは無意味である。
- (4) 電流源とインピーダンスの直列接続による電源においてインピーダンスは無意味である。
- (5) 電圧源とインピーダンスの直列接続による電源と電流源とインピーダンスの並列接続による電源を考える。両インピーダンスが等しく、開放電圧または短絡電流が等しいとき、両電源は等価である。これをテブナンの等価電源という。
- (6) 電圧源とインピーダンスの直列接続による電源が複数並列に1つの節点と接地との間に接続されている。このとき、各枝電流の総和を各枝のインピーダンスの総和で除算すれば、節点電位が求まる。これをミルマンの定理という。
- (7) 任意の節点について、そこに流れ込む電流の総和はゼロである。
- (8) 任意の閉路について、各枝両端の電位差の総和はゼロである。
- (9) 周波数が十分に高い交流に対するキャパシタの応答は開放に等価である。
- (10) 利得 A の理想増幅器の出力信号 y を帰還係数 H の帰還路を介して入力部に供給し、入力信号 x に加算する帰還増幅器を考える。すると、出力信号は $y = \frac{Ax}{1-AH}$ と表わされる。そして、 $|AH| \gg 1$ が成立するとき、 $y \simeq -\frac{x}{H}$ となる。したがって、増幅器を電子回路で構成すれば、電流が変化しても安定な動作を保證できる。