

平成26年度第2次募集（平成26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4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。解答スペースが足りない場合は、「（裏面に続く）」と明記した上で、その用紙の裏に続けて解答すること。
- 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】以下の文章は伝送線路の特性を簡単なモデルを用いて説明したものである。

空欄 (ア) ~ (タ) にあてはまる適切な答えを解答欄に記載せよ。

図1に示すように、幅 w で厚さの無視できる十分長い2つの導体板を間隔 d で平行に配置し、電圧 V の電源と負荷を接続する。導体板に流れる電流を I とし、導体板間に発生する電界及び磁界の大きさを E 及び H とする。このとき、導体板端部の効果及び電気抵抗は無視する。真空の誘電率及び透磁率を ϵ_0 及び μ_0 とする。

導体板間に生ずる電界の大きさ E と導体板間の z 方向単位長当たりの静電容量 C は以下のように求めることができる。

$$E = \frac{\text{(ア)}}{\text{(イ)}}, \quad C = \frac{\text{(ウ)}}{d}$$

図2左図に示すような閉ループ l を考え、これにアンペールの法則を適用する。導体板間に発生する磁界は均一なので、その大きさ H は次のように求められる。

$$H = \frac{\text{(エ)}}{\text{(オ)}}$$

また、図2右図に示す導体板間の z 方向単位長の断面 S を鎖交する磁束を Φ とすると、

$$\Phi = \frac{\text{(カ)}}{\text{(キ)}}$$

となるので、両導体板 z 方向単位長当たりのインダクタンス L は、

$$L = \frac{\text{(ク)}}{\text{(ケ)}}$$

となる。以上の結果から、 E と H 及び C と L は類似した式で表せることがわかる。

送電電力 W は以下のように書ける。

$$W = VI = \text{(コ)} \cdot wd$$

ここで、 wd は導体板間の断面積であるから、 (コ) は導体板間断面の単位面積を通過する電力を表し、 (サ) という。

L と C の表式から、両者の積と商の平行根を求めると、以下の関係式を導出できる。

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\text{(シ)}}, \quad \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{d}{w} \cdot \text{(ス)}$$

左の関係式は、平行導体板間の電界及び磁界が (セ) で伝播することを示唆している。

右の関係式は一般に、 (ソ) と呼ばれ、その単位は (タ) となることが知られている。

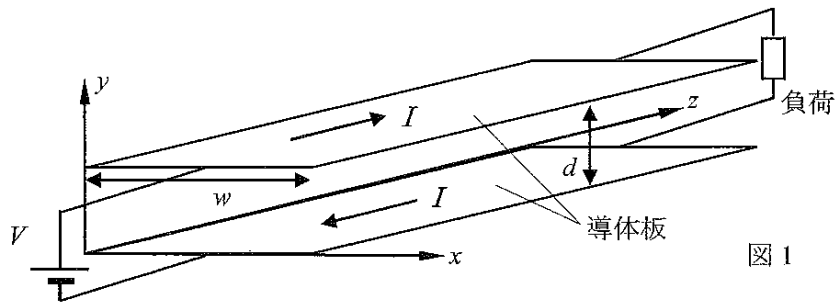


図1

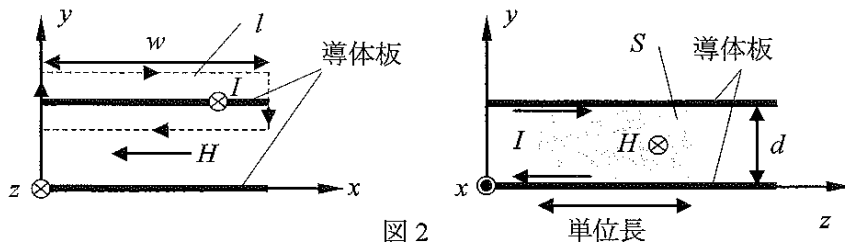


図2

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) ある回路の端子において、開放電圧 $E = 80 + j40$ [V]、短絡電流 $I = 4 + j4$ [A] である。このとき、回路の①インピーダンス Z 、および②アドミタンス Y を求めよ。なお、 Z と Y の単位も書くこと。
- (2) 実効値が 100 [V]、時刻 $t = 0$ における瞬時値が 100 [V]、周波数が 50 [Hz] の正弦波電圧 v の式を書け。
- (3) 抵抗 R [Ω] とコイル L [H]、コンデンサ C [F] が周波数 f [Hz] の正弦波交流電源に直列に接続されている回路がある。この回路のインピーダンス Z を求めよ。次に、この回路の共振条件（共振周波数）を求めよ。
- (4) ある回路の負荷の端子電圧を V [V]、負荷電流を I [A] とし、 V と I との位相角を θ [rad] としたとき、①有効電力、②無効電力、③皮相電力、④力率はどのように表されるか。また、①～③の各電力の単位も書け。
- (5) 回路中のインピーダンス Z_1 に電流 I_1 が流れている。 Z_1 に直列に Z_2 を入れたら、電流が I_2 となった。このとき、 Z_1 に並列に Z_2 を入れたら、 Z_1 に流れる電流 I はどう表されるか。

解答は、別途配布される解答用紙に行うこと。

[3] 演算増幅器を使用した下図の電子回路において、

$$Z_1 = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + sC_1}, \quad Z_2 = R_2 + \frac{1}{sC_2}$$

とすると、これはウィーンブリッジ発振回路となる。ただし、 s はラプラス演算子である。以下の設問に答えなさい。

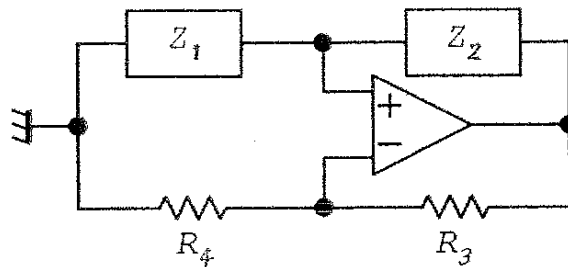


図 1: ウィーンブリッジ発振回路.

- (1) このウィーンブリッジ発振回路の回路図を描きなさい。ただし、 R_1, C_1, R_2, C_2 を回路図として明示して描きなさい。
- (2) 演算増幅器の入力端子の極性を図示のように定める理由を答えなさい。
- (3) ループ利得を計算するためにループを切断するのに適当な箇所に \times 印を付して回路図に記入しなさい。
- (4) ループ利得を計算しなさい。
- (5) 発振角周波数を答えなさい。
- (6) 発振を持続するに要する条件を R_3 と R_4 に関する条件として書きなさい。
- (7) なぜ正弦波出力となり、矩形波出力とはならないか説明しなさい。