東京工業大学大学院理工学研究科　電気電子工学専攻・電子物理工学専攻
大学院修士課程入試問題　平成１９年８月２１日実施

専門科目　電気回路（午前）　20 大修

時間 9:30 〜 11:00

電気電子工学
電子物理工学

注 意 事 項

1. 解答は問題ごとに指定されている答案用紙に記入せよ。
2. すべての答案用紙に受験番号を記入せよ。
3. 電子式卓上計算機などの使用は認めない。

問題分野
電気回路

1. 以下の問に答えよ。

1) 図 1.1 において, 抵抗 R_1 に流れる瞬時電流 i_1 と抵抗 R_1 の平均消費電力 P_a を求めよ。

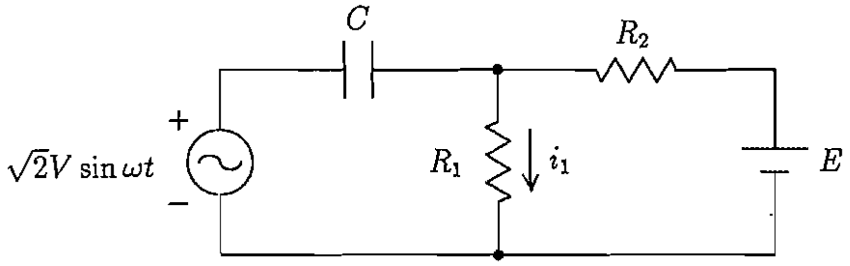

図 1.1

2) 図 1.2 において, O 点に対する N 点の電圧 v_{NO} と各線電流 i_a, i_b, i_c を求めよ。

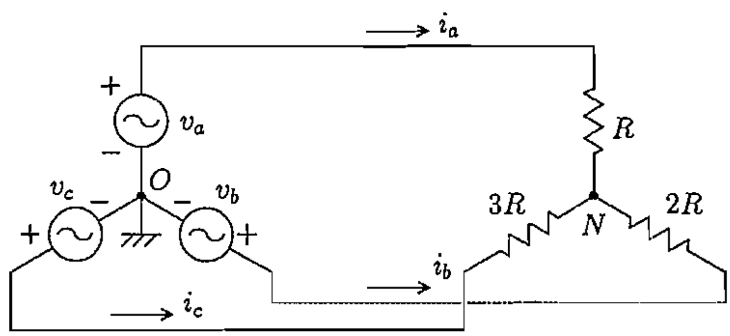

図 1.2

問 題 分 野
電気回路

（次ページに続く）

2. 長さ l [m]，単位長当りのインダクタンス L [H/m]，線間の静電容量 C [F/m] の無損失線路がある。以下の問に答えよ。

1) 線路の特性インピーダンス Z_0 を求めよ。（導出過程は不要，答だけでよい。）

2) 伝播速度 w を求めよ。（導出過程は不要，答だけでよい。）

次に図2に示すように，上記の無損失線路の受端（$x = l$）を開放し，さらに振幅が E で内部インピーダンスが線路の特性インピーダンス Z_0 に等しい直流電圧源を送端（$x = 0$）に接続し，$t = 0$ でスイッチSを閉じた。ただし，線路の電圧波 $v(t,\ x)$ と電流波 $i(t,\ x)$ は，$t < 0$ で $v(0_-,\ x) = i(0_-,\ x) = 0$ であったものとする。

3) スイッチSを閉じた直後の送端の電圧 $v(0_+,\ 0)$ と電流 $i(0_+,\ 0)$ を求めよ。

4) $x = 0$ から $x = l$ の範囲の電圧波 $v(t,\ x)$ と電流波 $i(t,\ x)$ が，$t = 0$ から安定するまでの間にどのように変化するかを説明し，それらの特徴的な状態を時系列的に図示（縦軸1：電圧，縦軸2：電流，横軸：送端からの距離 x）せよ。なお，各図には該当する時間 t を記すこと。

5) 送端からの距離 $x = l/2$ における電圧波 $v(t,\ l/2)$ と電流波 $i(t,\ l/2)$ の時間応答波形（縦軸1：電圧，縦軸2：電流，横軸：時間 t ）を図示せよ。

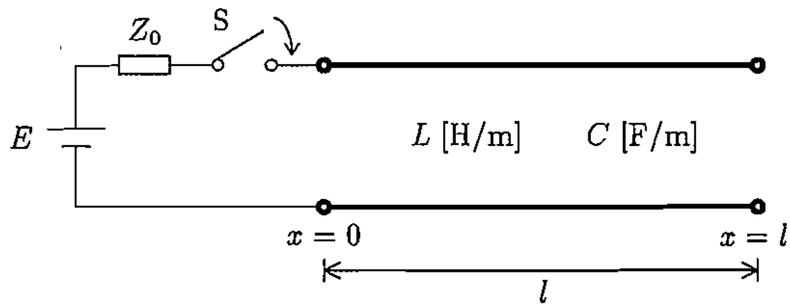

図2

問題分野
電気回路

（次ページに続く）

3. コイルの非理想特性について，以下の問に答えよ。

1) 実際のコイルは，巻き線の抵抗による損失を持つ。このコイルを，図3.1(a)に示すようなインダクタンスLと抵抗Rを用いた直列型等価回路，もしくは，図3.1(b)に示すようなインダクタンスLとコンダクタンスGを用いた並列型等価回路により表す。一方，コイルのQ値は，蓄積するエネルギーと消費するエネルギーの比であるため，コイルのインピーダンスZを用いて，下記の式(1)で表すことができる。

$$Q = \frac{\mathrm{Im}[Z]}{\mathrm{Re}[Z]} \tag{1}$$

このとき，図3.1(a)の直列型等価回路と図3.1(b)の並列型等価回路のQ値が，角周波数ωを用いて，それぞれ下記の式(2),(3)で表されることをそれぞれ示せ。

直列型等価回路のQ値:

$$Q = \frac{\omega L}{R} \tag{2}$$

並列型等価回路のQ値:

$$Q = \frac{1}{\omega LG} \tag{3}$$

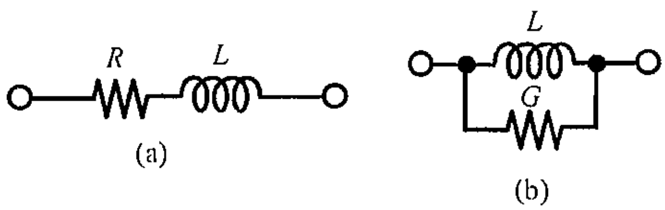

図3.1

2) 高い周波数では，さらにコイルの巻き線間の静電容量Cが無視できない。このときのコイルを図3.2の等価回路で表す。a-b間の合成インピーダンスZ_{L}を求めよ。

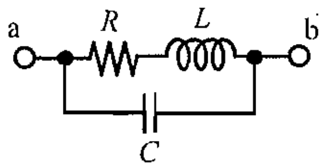

図3.2

問題分野
電気回路

3) 図3.2のコイルのQ値を求めよ。式(1)を用いてよい。

4) 図3.3は，図3.2の等価回路のQ値を示したものである。Z_{L}のリアクタンス成分が0となる角周波数ω_{SR}を自己共振周波数と呼ぶ。自己共振周波数ω_{SR}が次式(4)で表されることを示せ。

$$\omega_{SR} = \sqrt{\frac{1-\frac{CR^2}{L}}{LC}} \tag{4}$$

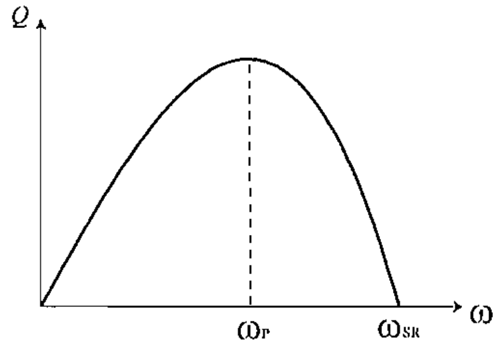

図3.3

5) 図3.3のQ値は，角周波数ω_{p}で最大値をとる。ω_{SR}を用いてω_{p}を表わせ。

6) $\dfrac{\mathrm{Im}[Z_{\mathrm{L}}]}{\omega}$を$\omega$の関数として図示せよ。ここでは近似として，$L \gg CR^2$を用いることとする。

7) 図3.2のコイルに対して，$\dfrac{\mathrm{Im}[Z_{\mathrm{L}}]}{\omega}$は何を表わすか説明せよ。