

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20年8月18日実施

専門科目 電気回路(午前)

22 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。
-

1. 図 1.1 に示す抵抗と容量よりなる回路の過渡応答特性を求めよ。

導出過程を明記して、以下の問 1) から問 8) に対する答えを答案用紙の所定欄に記入せよ。なおラプラス変換を用いる場合は、次ページの図 1.2 および図 1.3 を参考にしてよい。

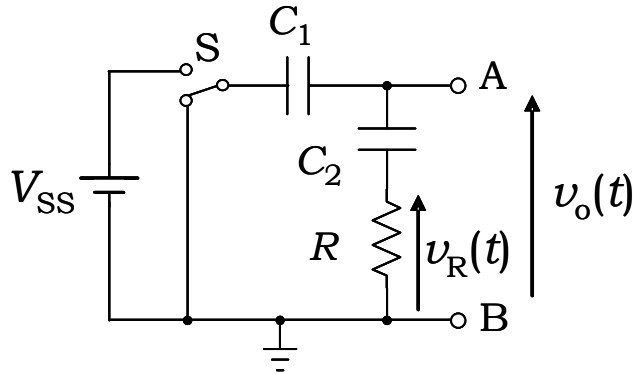


図 1.1

はじめにスイッチ S は接地側になっており、容量 C_1 , C_2 の電荷は 0 である。次にスイッチ S を接地側から直流電圧源 V_{SS} 側に切り替えた。この切り替えの時刻を $t=0$ とする。端子 AB 間の電圧を $v_o(t)$ とする。

- 1) 端子 AB 間の電圧を、時間 t の関数 $v_o(t)$ として求めよ。
- 2) 電圧 $v_o(t)$ の時間応答の概略を答案用紙に図示せよ。
- 3) 切り替えた瞬間における電圧 $v_o(+0)$ と、定常状態における電圧 $v_o(\infty)$ 、および、過渡応答の時定数 τ を求めよ。
- 4) 抵抗 R に発生する電圧を、時間 t の関数 $v_R(t)$ として求めよ。また、定常状態に達するまでに抵抗 R で消費されるエネルギーを求めよ。

次に、 $v_o(t)$ が定常状態に達してから、スイッチ S を直流電圧源 V_{SS} 側から接地側に切り替えた。この切り替えの時刻を $t=0$ として以下の問いに答えよ。

- 5) 端子 AB 間の電圧を、時間 t の関数 $v_o(t)$ として求めよ。
- 6) $v_o(t)$ の時間応答の概略を答案用紙に図示せよ。
- 7) 切り替えた瞬間における電圧 $v_o(+0)$ と、定常状態における電圧 $v_o(\infty)$ 、および、過渡応答の時定数 τ を求めよ。

- 8) スイッチ S を切り替える直前の電圧 $v_o(-0)$ と、切り替えた直後の電圧 $v_o(+0)$ の変化分を求めよ。

$$\mathcal{L}[U(t)] = \frac{1}{s} \quad \text{ただし, } U(t) \text{ は単位ステップ関数}$$

$$\mathcal{L}[e^{-at}] = \frac{1}{s+a}$$

図 1.2 単位ステップ関数および指数関数のラプラス変換

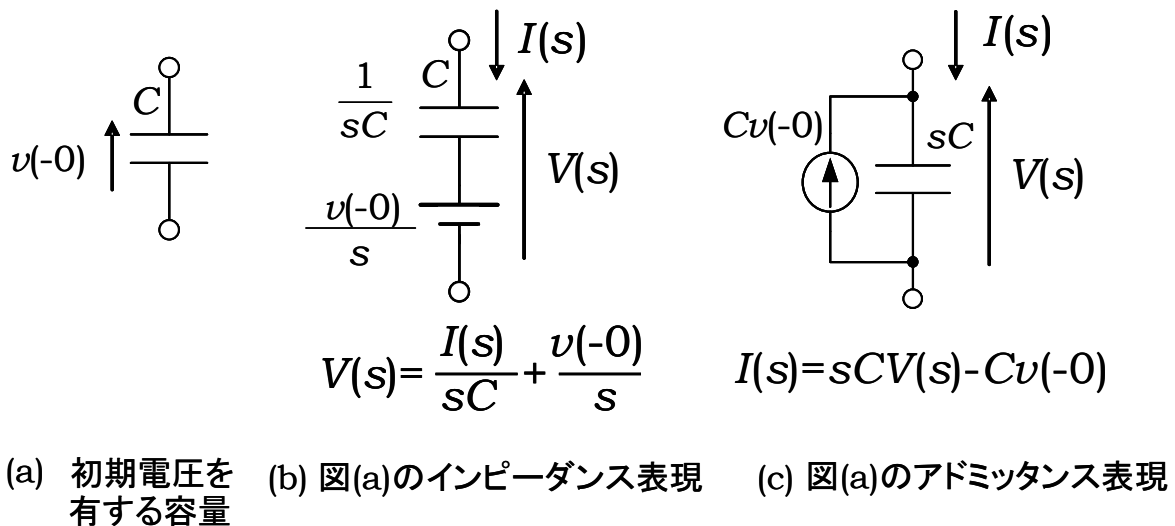


図 1.3 初期電圧を有する容量のラプラス変換

2. 以下の問 1)から問 6)に対する答えを答案用紙の所定欄に記入せよ。

- 1) 図 2.1 のような電圧 v_1 の三角波電圧源がある。電圧 v_1 は、最大値 100 V 、周期 $T \text{ [s]}$ で繰り返す三角波波形である。まず、図 2.2 のように三角波電圧源 v_1 を抵抗 R に接続する。つぎに、図 2.3 のように電圧 V_1 の直流電圧源を抵抗 R に接続する。図 2.2 の抵抗 R の消費電力平均値と図 2.3 の抵抗 R の消費電力が等しい場合、 V_1 を v_1 の実効値という。三角波電圧源の電圧 v_1 の実効値 V_1 を求めよ。

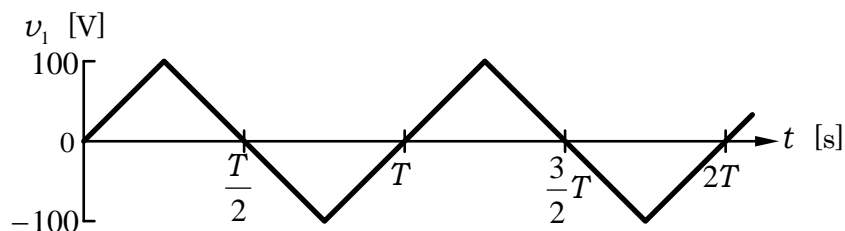


図 2.1

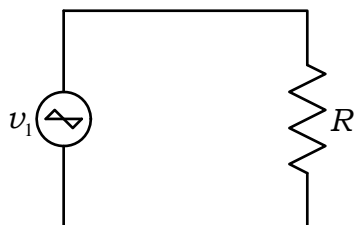


図 2.2

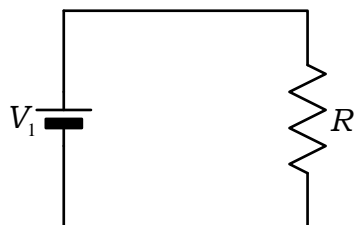


図 2.3

- 2) 図 2.4 のような電流 i を流す電流源がある。電流 i の最大値は 10 A である。まず、図 2.5 ように電流源を抵抗 R に接続する。つぎに、図 2.6 のように電流 I の直流電流源を抵抗 R に接続する。図 2.5 の抵抗 R の消費電力平均値と図 2.6 の抵抗 R の消費電力が等しい場合、電流 I を電流 i の実効値という。電流 i の実効値 I を求めよ。

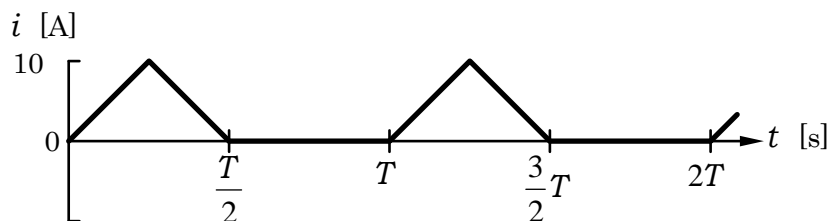


図 2.4

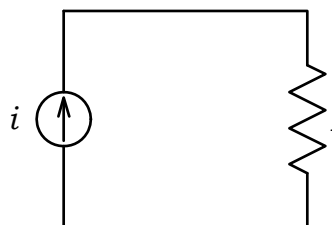


図 2.5

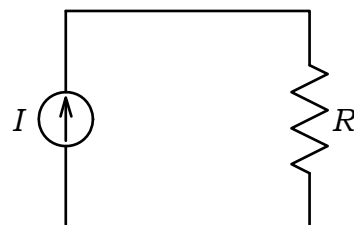


図 2.6

- 3) 図 2.7 は、図 2.1 に示した電圧 v_1 の三角波電圧源を未知の負荷 P に接続した回路である。図 2.8 のように、電圧 v_1 により負荷 P には最大値 10A の電流 i が流れた。負荷 P の消費電力平均値を求めよ。

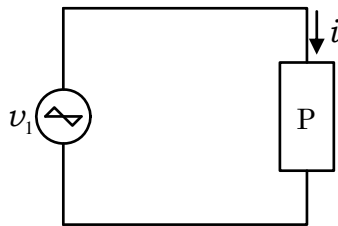


図 2.7

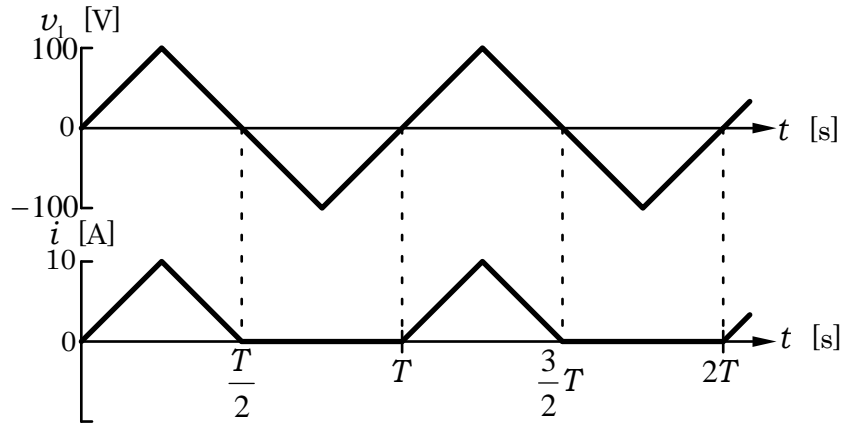


図 2.8

- 4) 図 2.1 の三角波電圧源の電圧 v_1 をフーリエ級数展開せよ。
- 5) 図 2.9 のように、電圧 v_2 および v_3 の二つの正弦波電圧源を直列に接続する。電圧 v_2 と v_3 の実効値を V_2 および V_3 とする。電圧 v_2 と v_3 の周波数と位相が一致している場合、合成電圧 $v_2 + v_3$ の実効値は $|V_2 + V_3|$ となることを導出せよ。また、 v_2 と v_3 の周波数が異なる場合、合成電圧 $v_2 + v_3$ の実効値は $\sqrt{V_2^2 + V_3^2}$ となることを導出せよ。

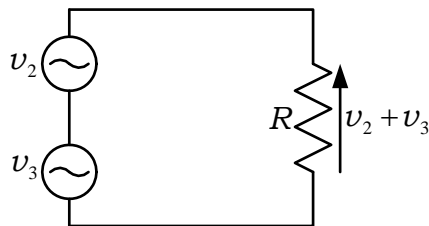


図 2.9

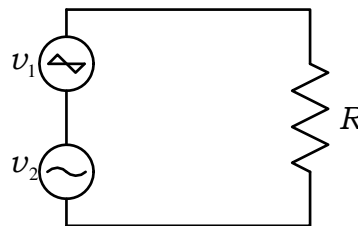


図 2.10

- 6) 図 2.10 のように、図 2.1 に示した電圧 v_1 の三角波電圧源と電圧 v_2 の正弦波電圧源を直列に接続する。正弦波電圧源の電圧 v_2 の振幅、周期、位相を自由に変えられると仮定し、抵抗 R の消費電力を最小にする電圧 v_2 の式およびその理由を示せ。