

東京工業大学大学院理工学研究科 電気電子工学・電子物理工学専攻
大学院修士課程入試問題 平成 24 年 8 月 22 日実施

専門科目 電気電子工学・電子物理工学(午後 1) 25 大修

時間 13:30 ～ 15:00

電気回路

注 意 事 項

1. 大問 1, 2 の解答と大問 3, 4 の解答は別の答案用紙綴りに記入せよ。
 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. 以下の問に答えよ。

- 1) 図 1.1 の回路の合成アドミタンスを求めよ。ただし、 R は抵抗値、 L はインダクタンスとする。また、角周波数は ω とする。
- 2) 問 1) で求めた合成アドミタンスの角周波数 ω に対する軌跡を、複素平面上（アドミタンス平面）に図示せよ。ただし、合成アドミタンスの実部を横軸、虚部を縦軸として図示すること。
- 3) 図 1.2 の回路の 1-1' 端子間に実効値が V_e で角周波数 ω の交流電圧源を接続した。 RL 直列回路を流れる電流 I_1 と RC 直列回路を流れる電流 I_2 を求めよ。つぎに、回路に流れ込む電流を I としたとき、電源の角周波数 ω に関係なく電流と電圧とが同位相になるための条件を求めよ。ただし、 R は抵抗値、 L はインダクタンス、 C はキャパシタンスとする。
- 4) 問 3) の条件のとき、電流 I の実効値を求めよ。



図 1.1

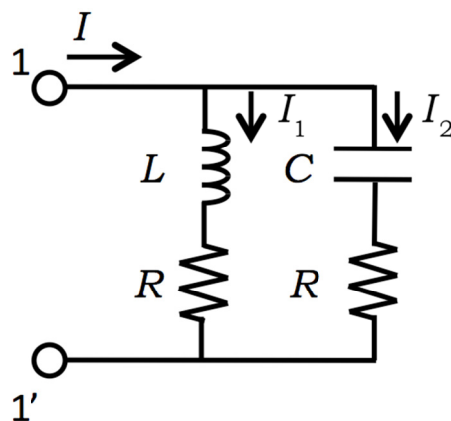


図 1.2

2. 以下の問に答えよ。必要に応じて、下に示すラプラス変換の表を用いてよい。

図 2.1 の回路において E は直流電圧源の電圧, R は抵抗値, L はインダクタンスである。

- 1) $t = 0$ においてスイッチ S_1 を閉じた。回路に流れる電流を $i(t)$ として、図 2.1 の回路における微分方程式を導け。
- 2) 図 2.1 において $t \leq 0$ のときの電流は、 $i(t) = 0$ である。このとき、問 1) で求めた微分方程式を解き、回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。
- 3) $t = 0$ から $t = T$ の間に電圧源がする仕事、抵抗で消費される電力量を求めよ。

図 2.2 の回路において E は直流電圧源の電圧, R_1 , R_2 は抵抗値, L はインダクタンスである。

- 4) $t = 0$ においてスイッチ S_2 を閉じた。図 2.2 における電流 $i_1(t)$, $i_2(t)$ を用いて、図 2.2 の回路における独立な回路方程式を 2 つ導け。
- 5) 図 2.2 において $t \leq 0$ のときの電流は、 $i_1(t) = 0$, $t < 0$ のときの電流は、 $i_2(t) = 0$ である。このとき、問 4) で求めた方程式を解き、電流 $i_1(t)$, $i_2(t)$ を求めよ。
- 6) 時刻 t に対して $i_1(t)$, $i_2(t)$ のグラフの概形を描け。ただし、 $t = 0$ のときの値、定常状態に漸近する値に注意して概形を描くこと。
- 7) スイッチ S_2 を閉じて十分時間がたったとき、図 2.2 の点線内で示される回路と等価な回路の回路図を示せ。

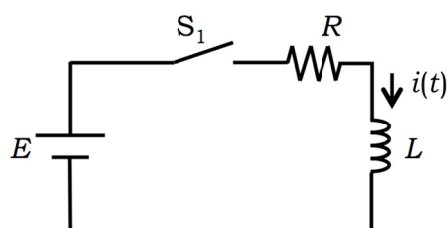


図 2.1

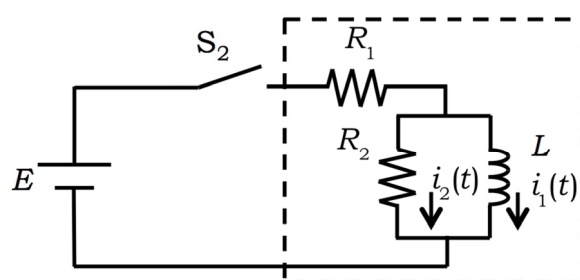


図 2.2

ラプラス変換表 (a は正とする。)

時間関数 $x(t)$ ($t < 0$ で $x(t) = 0$ とする)	ラプラス変換 $X(s)$
e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
$u(t)$ 単位ステップ関数	$\frac{1}{s}$

3. MOSFET を用いた増幅器について、以下の問に答えよ。

ただし、 v_{in} , v_{out} , v_{gs} は小信号電圧を示し、 V_{in} , V_{out} , V_{DD} は大信号電圧(バイアス成分)を示す。 G_1 , G_2 , G_3 はコンダクタンスを示す。

- 図 3.1 の増幅器について、小信号源 v_{in} に対する小信号等価回路を図示せよ。ただし、MOSFET の小信号等価回路として電圧制御電流源 1 つからなる図 3.2 の回路を用いよ。 g_m は MOSFET のトランスコンダクタンスを示す。
- 問 1) で求めた小信号等価回路を用いて、電圧利得 $A_v (= v_{out} / v_{in})$ を求めよ。

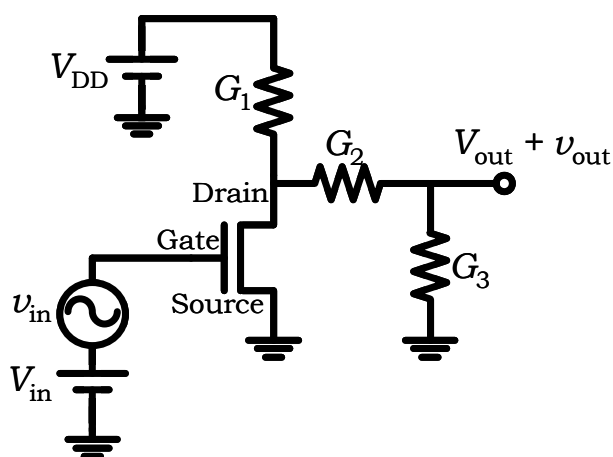


図 3.1

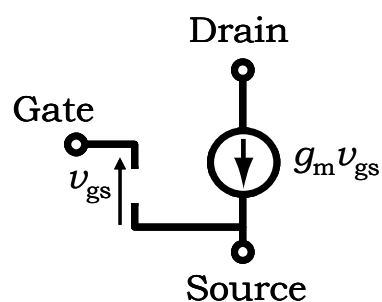


図 3.2

4. MOSFET を用いた増幅器の周波数特性について、以下の問に答えよ。

ただし、 v_{in} , v_{out} , v_{gs} は小信号電圧を示し、 V_{out} , V_{DD} , V_G は大信号電圧(バイアス成分)を示す。また、 R_1 , R_2 は抵抗値を示す。

- 図 4.1 の増幅器の小信号等価回路を図示せよ。ただし、MOSFET の小信号等価回路として電圧制御電流源とキャパシタからなる図 4.2 の回路を用いよ。 g_m は MOSFET のトランスコンダクタンスを示す。 C_{gs} は MOSFET のゲート容量とする。
- 問 1) で求めた小信号等価回路を用いて、電圧利得を表す伝達関数 $G(j\omega)(=v_{out}/v_{in})$ を求めよ。ただし、 ω は角周波数とする。
- 問 2) で求めた伝達関数 $G(j\omega)$ から低域利得 A_0 を求めよ。
- 問 2) で求めた伝達関数 $G(j\omega)$ は、周波数が高くなると電圧利得が低下する。電圧利得が、低域利得より 3dB 低くなる角周波数を遮断角周波数と定義する。遮断角周波数 ω_0 を求めよ。
- 問 2) で求めた伝達関数 $G(j\omega)$ について、骨格ボード(ボーデ)線図を用い、利得と位相の周波数特性を図示せよ。ただし、図には、低域利得 A_0 , 遮断角周波数 ω_0 , 遮断角周波数 ω_0 における位相の値を記入せよ。

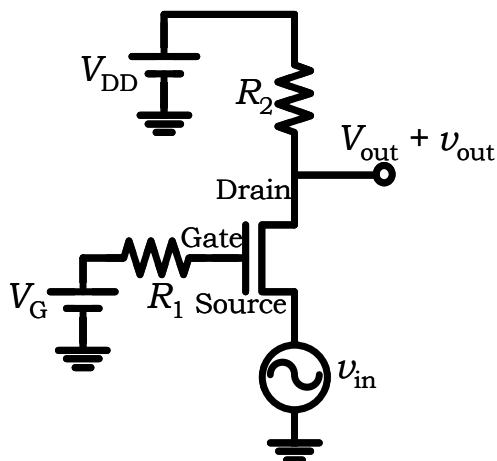


図 4.1

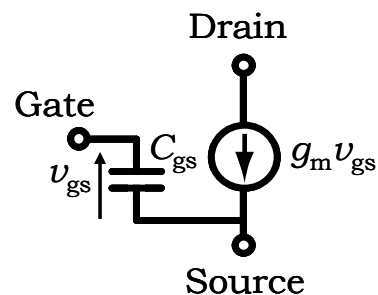


図 4.2