

専門科目(午後 1)

28 大修

電気回路

時間 13:30 ～ 15:00

注 意 事 項

1. 大問 1 の解答は答案用紙綴りの 1 枚目, 大問 2 の解答は答案用紙綴りの 2 枚目, 大問 3 の解答は答案用紙綴りの 3 枚目に記入せよ。
 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。
 4. なお虚数単位を j と表し, $j^2 = -1$ である。
-

1. 図 1.1 に示す回路について以下の問に答えよ。ただし、インダクタンス、キャパシタンス、抵抗値、および時刻はそれぞれ、 L , C , R , t とする。電源電圧は角周波数 ω の正弦波交流 $v(t)$ であり、その実効値を V_e とする。

- 1) 端子 1-1' から右側を見込む並列アドミタンスを求めよ。
- 2) インダクタンス L は可変であるとするとき、端子 1-1' に流れる電流 $i(t)$ が角周波数 ω に関係なく電源電圧と同位相になるための L の条件を求めよ。
- 3) 問 2) の条件が満たされるとき、電流 $i(t)$ の実効値 I_e を求めよ。ただし、問 2) で求めた L の条件を用いて簡単化すること。
- 4) 問 2) の条件が満たされるとき、この回路で消費される電力 P を求めよ。

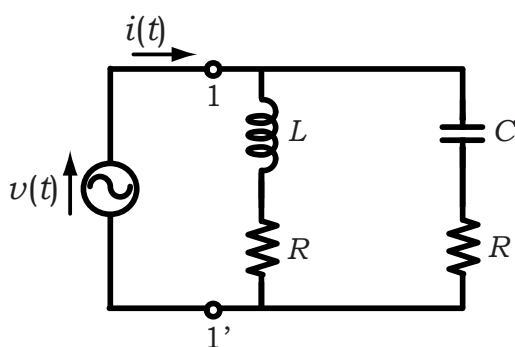


図 1.1

2. 図 2.1 の回路について以下の問に答えよ。 R を抵抗値, L をインダクタンス, t を時刻とする。電流 $i(t)$ と電圧 $v(t)$ の正方向を図 2.1 に示すように定義する。 E_0 を直流電圧源の電圧値とし, I_0 を直流電流源の電流値とする。時刻 $t=0$ でスイッチ S を閉じた。ただし, $t<0$ では直流定常状態にあるものとする。また, $E_0 > RI_0 > 0$ とする。

- 1) スイッチ S を閉じる直前の電流 $i(-0)$ および電圧 $v(-0)$ を求めよ。
- 2) スイッチ S を閉じた直後の電流 $i(+0)$ および電圧 $v(+0)$ を求めよ。
- 3) スイッチ S を閉じて十分に時間が経過し, 直流定常状態に達した時の電流 $i(+\infty)$ および電圧 $v(+\infty)$ を求めよ。
- 4) $t>0$ において電圧 $v(t)$ を求めよ。 E_0, I_0, R, L, t を用いて表せ。
- 5) 電圧 $v(t)$ の概略波形を描け。ただし, 問 1), 2), 3) で求めたスイッチ S を閉じる前後の電圧値の変化や直流定常状態の値がわかるように記載すること。

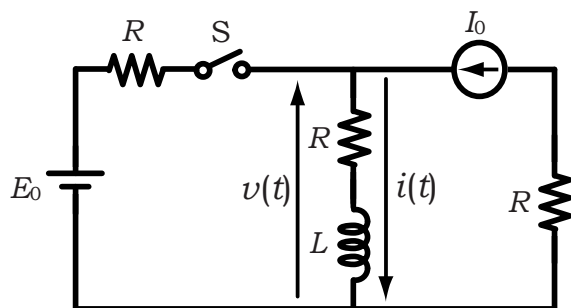


図 2.1

3. 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。 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。ただし、図 3.1 と図 3.2 の回路で用いている MOSFET の小信号等価回路は、電圧制御電流源のみからなる図 3.3 の回路で表される。ここで、 g_m は MOSFET のトランスコンダクタンスとする。

- 1) 図 3.1 に示す増幅器の小信号等価回路を図示せよ。
- 2) 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 $A_1(j\omega) (= v_{out} / v_{in})$ を求めよ。ただし、 ω は角周波数とする。
- 3) 図 3.2 に示す発振器について、点 X に対する開ループ利得 $A_2(j\omega)$ を求めよ。
- 4) 問 3) の結果から、図 3.2 の回路が発振するための位相条件 ($\text{Im}[A_2(j\omega)] = 0$) を用いて、発振周波数 f_0 を求めよ。
- 5) 問 4) の結果と、図 3.2 の回路が発振するための利得条件 ($\text{Re}[A_2(j\omega)] > 1$) を用いて、 g_m が満たすべき条件を不等式により示せ。

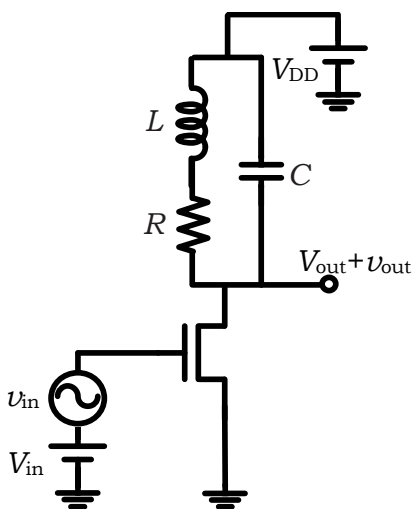


図 3.1

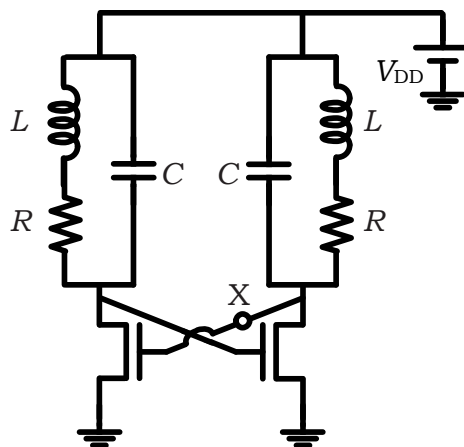


図 3.2

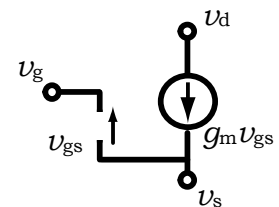


図 3.3