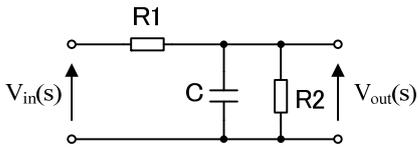


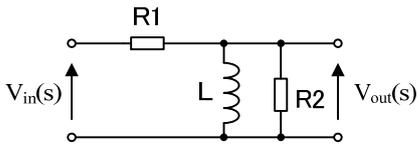
電子回路練習問題集

電子回路及び演習 A

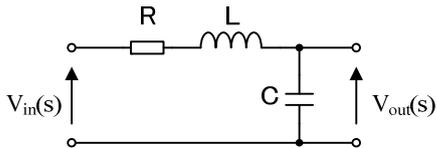
Q1 伝達関数を求め、ポールとゼロの s 平面上の位置を示しなさい。また、コーナの角周波数を求め、ボード線図の概略図を描きなさい。



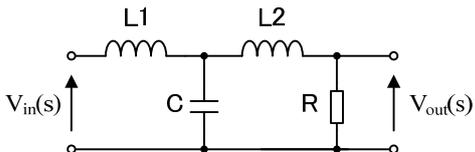
Q2 伝達関数を求め、ポールとゼロの s 平面上の位置を示しなさい。また、コーナの角周波数を求め、ボード線図の概略図を描きなさい。



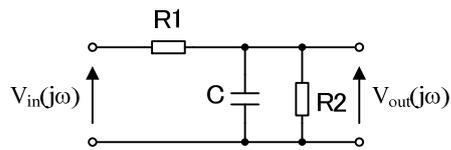
Q3 伝達関数を求め、ポールとゼロの s 平面上の位置を示しなさい。また、コーナの角周波数を求め、ボード線図の概略図を描きなさい。ただし、 $R^2 = 4L/C$ の条件を満たすとする。



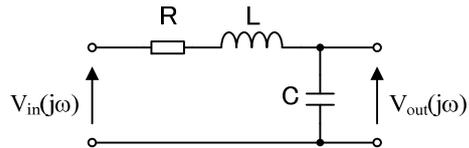
Q4 伝達関数を求め、ポールとゼロの s 平面上の位置を示しなさい。また、コーナの角周波数を求め、ボード線図の概略図を描きなさい。ただし、 $L1L2C/R = \omega_p^{-3}$, $L1C = 2 \cdot \omega_p^{-2}$, $(L1 + L2)/R = 2 \cdot \omega_p^{-1}$ とする。



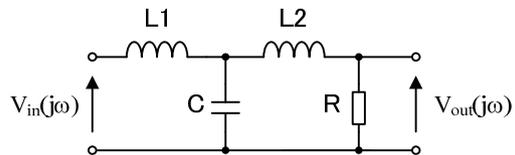
Q5 Z 行列、Y 行列、F 行列を求めなさい。



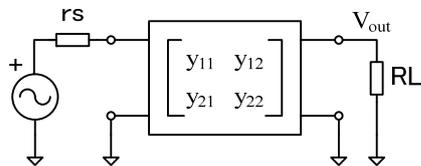
Q6 Z 行列、Y 行列、F 行列を求めなさい。



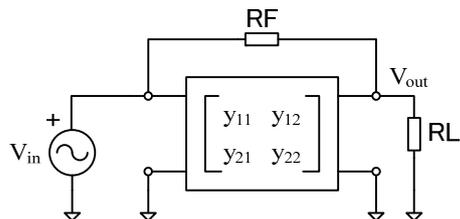
Q7 F 行列を求めなさい。



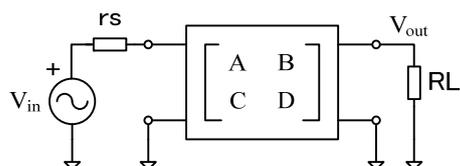
Q8 周波数伝達関数を、Y パラメータ (y_{11} , y_{12} , y_{21} , y_{22})、 r_s 、 R_L を用いて表しなさい。



Q9 周波数伝達関数を、Y パラメータ (y_{11} , y_{12} , y_{21} , y_{22})、 R_F 、 R_L を用いて表しなさい。

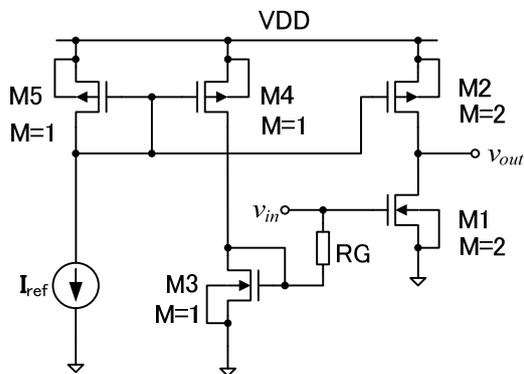


Q10 周波数伝達関数を、F パラメータ (A , B , C , D)、 r_s 、 R_L を用いて表しなさい。



Q11 下記の増幅回路について小問(1)~(5)について答えなさい。n-ch MOSFET と p-ch MOSFET はコンプリメンタリである。電圧利得係数は、 $\beta_n = \beta_p = 1.00\text{mA/V}^2$ 、閾値電圧は、 $V_{Tn} = 0.800\text{V}$, $V_{Tp} = -0.800\text{V}$ 、電源電圧は、 $V_{DD} = 5.00\text{V}$ 、基準電流源を $I_{ref} = 5.00\mu\text{A}$ とする。数値は、3桁まで求め、単位を付けること。

- (1) M1~M4 に流れるドレイン電流の値を求めなさい。
- (2) M1、M2 のオーバドライブ電圧 V_{OV1} と V_{OV2} の値をそれぞれ求めなさい。
- (3) 出力動作点のバイアス電圧を求めなさい。
- (4) 基準電流源を $I_{ref} = 10\mu\text{A}$ に変更したとき、出力動作点のバイアス電圧を求めなさい。
- (5) M2 の並列接続数を $M = 1$ に変更したとき、出力動作点のバイアス電圧は、 $M = 2$ の場合よりも、高くなるか、低くなるかを答えなさい。理由も説明すること。



Q12 図 1 の増幅回路について、小問(1)~(10)について答えなさい。p-ch と n-ch の MOSFET は、コンプリメンタリであり、全ての MOSFET について、並列接続数は、 $M = 1$ である。電圧利得係数は、 $\beta_n = \beta_p = 1.00\text{mA/V}^2$ 、閾値電圧は、 $V_{Tn} = 0.800\text{V}$, $V_{Tp} = -0.800\text{V}$ 、チャンネル長変調パラメータは、 $\lambda_n = \lambda_p = 10.0\text{mV}^{-1}$ とし、小信号等価回路は、図 2 で表される。基準電流源を $I_{ref} = 20.0\mu\text{A}$ とする。数値は、3桁まで求め、単位を付けること。

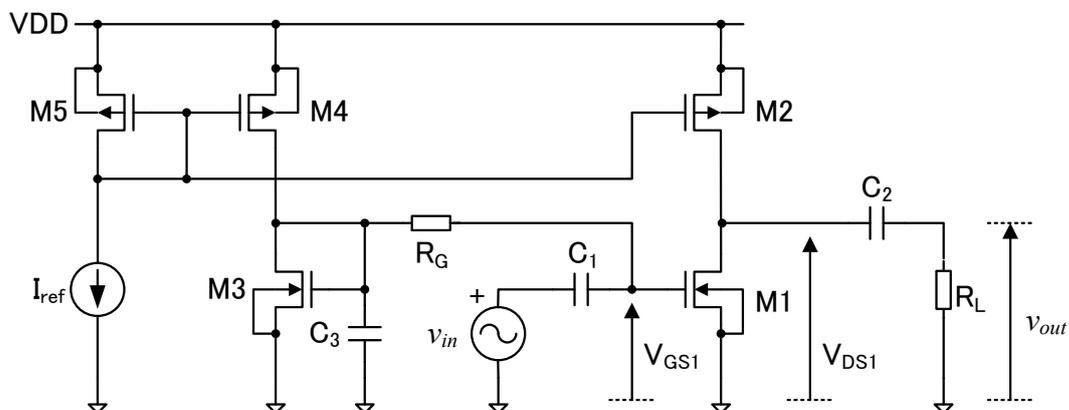


図 1 回路図

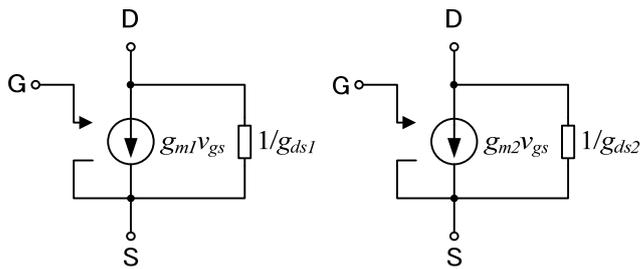


図2 MOSFETの小信号等価回路. 左：n-ch MOSFET、右：p-ch MOSFET

- (1) M1, M2 のバイアス電流（ドレーン電流） I_{D1} , I_{D2} の値をそれぞれ求めなさい。
- (2) M1 のバイアス電圧 V_{GS1} の値を求めなさい。
- (3) M1 のバイアス電圧 V_{DS1} の値を求めなさい。
- (4) C_1 、 C_2 、 C_3 の役割について説明しなさい。
- (5) M1 のトランスコンダクタンス g_{m1} 、M1 と M2 のドレーンコンダクタンス g_{ds1} , g_{ds2} の値をそれぞれ求めなさい。
- (6) 図1の回路の小信号等価回路を示しなさい。ただし、キャパシタ C_1 、 C_2 、 C_3 のインピーダンスを 0Ω と近似すること。また、M1 のトランスコンダクタンスは g_{m1} 、ドレーンコンダクタンスは g_{ds1} 、M2 のトランスコンダクタンスは g_{m2} 、ドレーンコンダクタンスは g_{ds2} と表記すること。
- (7) $R_L = \infty$ のとき、電圧利得 $G_N = v_{out}/v_{in}$ の値（倍）を求めなさい。
- (8) $R_L = 10k\Omega$ のとき、電圧利得 $G_L = v_{out}/v_{in}$ の値（倍）を求めなさい。
- (9) I_{ref} を2倍に増やすと、 $R_L = \infty$ における電圧利得は何倍になるか求めなさい。
- (10) $R_G = 10M\Omega$ のとき、小信号等価回路の Y パラメータ y_{11} , y_{12} , y_{21} , y_{22} を数値として求めなさい。（ R_L は外部負荷）

Q13 図1の増幅回路について、小問(1)～(8)に答えなさい。M1 は、飽和領域で動作しており、直流電圧利得係数は β_n 、閾値電圧は V_{Tn} とする。また、M1 の小信号等価回路は、図2で表される。

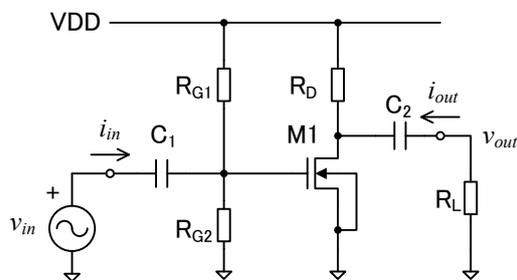


図1 回路図

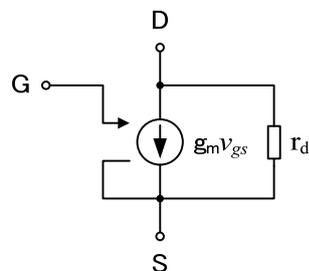


図2 M1 の小信号等価回路

- (1) M1 のオーバドライブ電圧 V_{OV} を求めよ。 $R_{G1}, R_{G2}, V_{DD}, V_{Tn}$ を用いて表すこと。
- (2) M1 の直流電流バイアス I_D を求めなさい。ただし、 $R_{G1}, R_{G2}, V_{DD}, V_{Tn}, \beta_n$ を用いて表すこと。
- (3) 出力動作点のバイアス電圧が $V_{DD}/2$ となる R_D を、 V_{DD}, V_{Tn}, V_{OV} を用いて表しなさい。
- (4) M1 のトランスコンダクタンス g_m を求めなさい。ただし、 $R_{G1}, R_{G2}, V_{DD}, V_{Tn}, \beta_n$ を用いて表すこと。
- (5) 図1の回路の小信号等価回路を示しなさい。ただし、キャパシタ C_1, C_2 のインピーダンスは 0Ω と近似すること。
- (6) 図1の回路の小信号等価回路の Y パラメータ $y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}$ を求めなさい。ただし、 $R_{G1}, R_{G2}, R_D, g_m, r_{ds}$ を用いて表すこと。
- (7) $R_L = \infty$ の場合の電圧利得 $G_N = v_{out}/v_{in}$ を Y パラメータ $y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}$ のうち必要なものを用いて表しなさい。
- (8) R_L が有限値の場合の電圧利得 $G_L = v_{out}/v_{in}$ を Y パラメータ $y_{11}, y_{12}, y_{21}, y_{22}$ のうち必要なものと R_L を用いて表しなさい。

Q14 図1の回路について、小問(1)~(5)に答えなさい。M1 は、飽和領域で動作しており、直流電圧利得係数は β_n 、閾値電圧は V_{Tn} 、電源電圧は V_{DD} とする。また、M1 の小信号等価回路は、図2で表される。

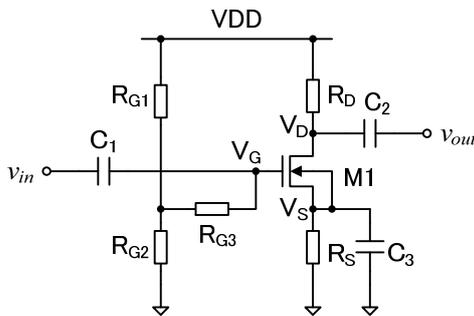


図1 回路図

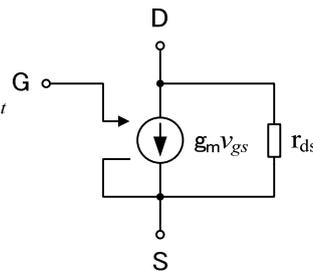


図2 M1 の小信号等価回路

- (1) M1 の直流バイアス電圧 V_D, V_G, V_S を $R_{G1}, R_{G2}, R_{G3}, R_D, R_S, \beta_n, V_{DD}, V_{OV}$ を用いて表しなさい。
- (2) $n = R_{G1}/R_{G2}$ とするとき、 n を $R_S, V_{OV}, V_{DD}, V_{Tn}, \beta_n$ を用いて表しなさい。
- (3) 図1の回路の小信号等価回路を示しなさい。ただし、キャパシタ C_1, C_2, C_3 のインピーダンスは 0Ω と近似すること。
- (4) C_1, C_2, C_3 の役割について説明しなさい。

(5) R_D 、 R_S の役割について説明しなさい。