

問題

- 電圧利得が A の増幅器、両端のインピーダンスが Z_c の回路、スイッチS1で構成される図1の回路について考える。増幅器は図2に示すトランスコンダクタンス g_m の電圧制御電流源と抵抗 r_o からなる動作モデル（小信号等価回路）で表され、入力インピーダンスは無限大である。インピーダンス Z_c は、図3に示す抵抗 R と容量 C からなる回路で表される、 v_{in} , v_{out} は小信号交流電圧、 i_{in} は小信号交流電流とし、角周波数を ω で表す。この回路について、以下の問に答えなさい。ただし、出力ポートに負荷インピーダンスを接続しない。また、スイッチS1の開閉による過渡現象は考慮しなくてよい。
1. スイッチS1を開いたときの電圧利得 $A = v_{out}/v_{in}$ を、 g_m, r_o, Z_c のうち必要なものを用いて表しなさい。
 2. スイッチS1を閉じたとき、図1の回路の入力インピーダンス $Z_{in}(\omega) = v_{in}/i_{in}$ を、 Z_c と A を用いて表しなさい。
 3. スイッチS1を閉じたときの電圧利得 $G(\omega) = v_{out}/v_{in}$ を、 g_m, r_o, Z_c のうち必要なものを用いて表しなさい。
 4. スイッチS1を閉じたときの直流電圧利得（ $\omega = 0$ の電圧利得）と $|G(\omega)|$ のコーナー角周波数（Bode線図の傾きが変化する折れ点角周波数）の値を g_m, r_o, R, C のうち必要なものを用いて表しなさい。コーナ角周波数が複数ある場合は全て求めること。
 5. スイッチS1を閉じたとき、有限の信号周波数帯域において、 $|G(\omega)|$ のコーナーが一つだけ現れる条件を、 g_m, r_o, R, C のうち必要なものを用いて表しなさい。ただし、 g_m, r_o, R, C は正の有限値である。
 6. スイッチS1を閉じた状態で、問5で求めた条件を満足するとき、ユニティゲイン角周波数（電圧利得が0dBとなる角周波数）を求めなさい。ただし、 $g_m r_o \gg 1$ とする。

回路図

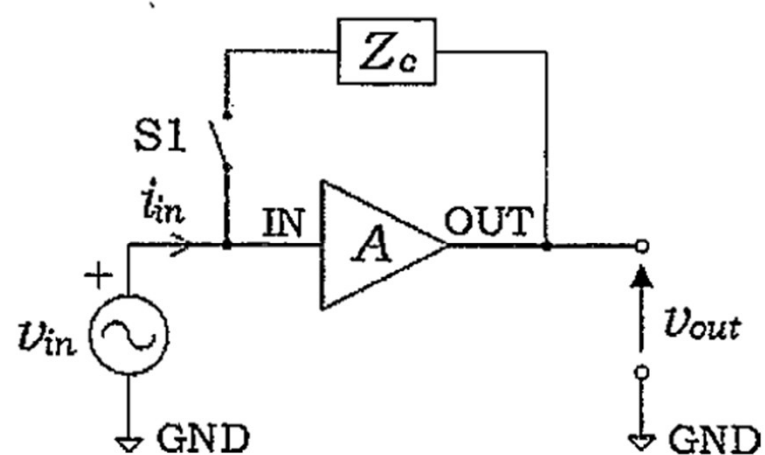
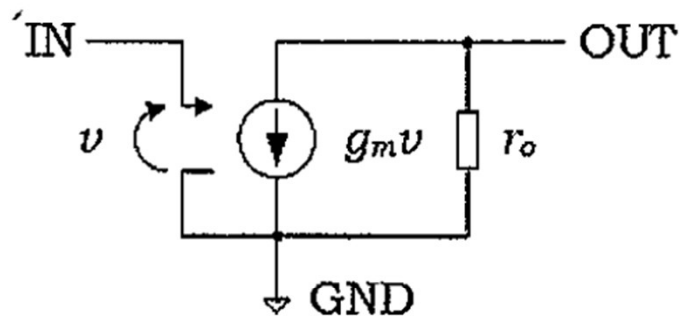


図 1



(注)  は、理想電流源を表す。

図 2

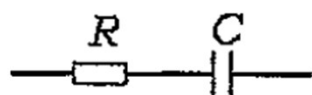


図 3