

差動入力のバイアス回路のインピーダンス

motchy – motchy869@gmail.com – Version 0.1.0, 2024-12-03

Table of Contents

- 対象とする回路
- 導出

1. 対象とする回路

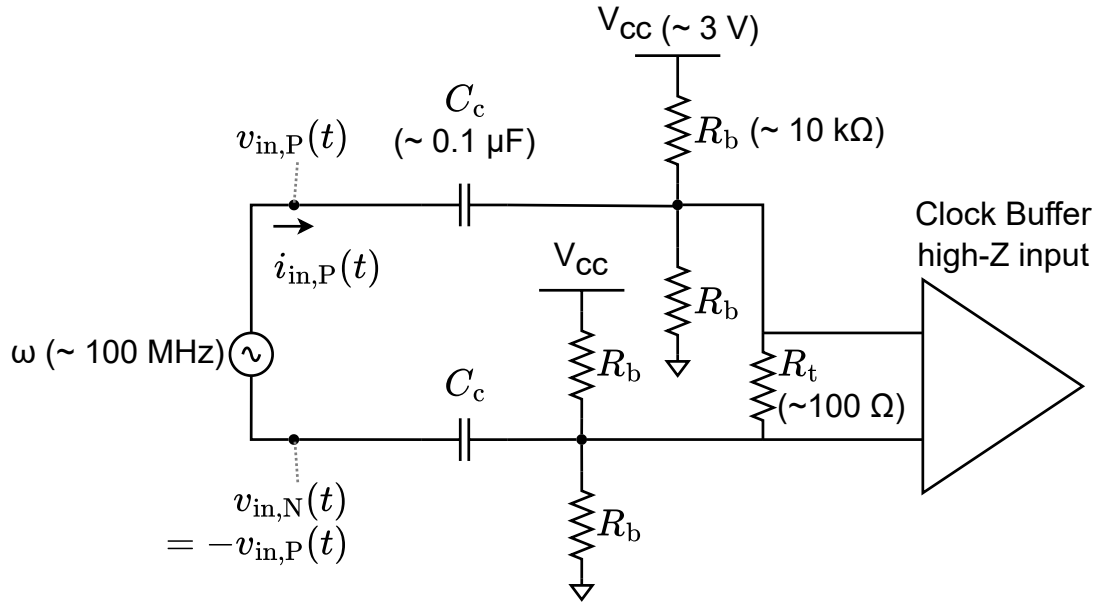


Figure 1. 対象とする回路

対象とする回路は、コモン電圧 = 0 V の差動入力の コモン電圧を $V_{cc}/2$ に変換してクロック・バッファに入力する回路である。 R_b はバイアス抵抗の抵抗値、 R_t は終端抵抗の抵抗値、 C_c はカップリング・キャパシタの容量である。 この回路の入力インピーダンス Z_{in} を知りたい。

2. 導出

Figure 1 の回路は直流成分と正弦波成分の定常状態にあるものとする（つまり初期値応答は減衰して消えているものとする）。抵抗とキャパシタの端子の電圧を直流成分と正弦波成分に分解して重ね合わせの定理を適用する。カップリング・キャパシタにより電流 $i_{in,P}(t)$ の直流成分は 0 であることに注意する。正弦波成分のみに着目すると次の等価回路を得る。

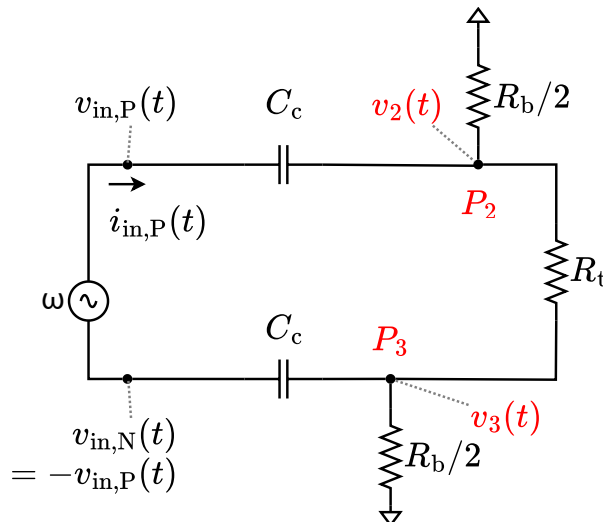


Figure 2. 正弦波成分のみに着目した等価回路

Figure 2 中の電圧と電流の phasor を使う。小文字で示された時間領域の物理量の phasor を大文字で示す。次の図を得る。

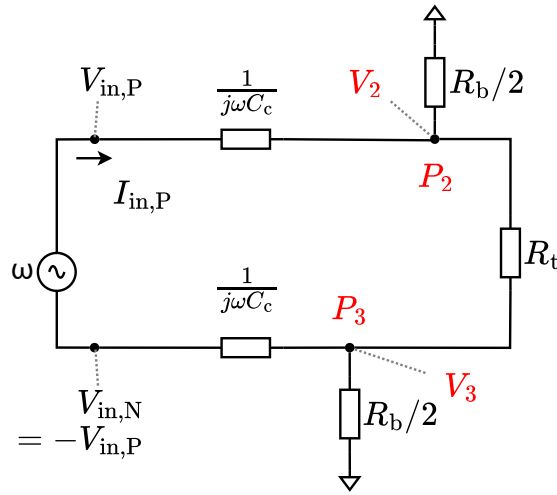


Figure 3. 正弦波成分のみに着目した phasor 等価回路

節点 P_2 と P_3 の節点方程式を解くと $V_3 = -V_2$ が容易に解る。これを節点 P_2 に於ける節点方程式に適用すると次式を得る。

$$\begin{aligned}
 j\omega C_c (V_2 - V_{in,P}) + 2 \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_t} \right) V_2 &= 0 \\
 \therefore V_2 &= \frac{j\omega C_c}{j\omega C_c + 2 \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_t} \right)} V_{in,P} \\
 \therefore I_{in,P} = j\omega C_c (V_{in,P} - V_2) &= j\omega C_c \frac{2 \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_t} \right)}{j\omega C_c + 2 \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_t} \right)} V_{in,P} \\
 Z_{in} = \frac{V_{in,P} - (-V_{in,P})}{I_{in,P}} &= 2 \frac{j\omega C_c + 2 \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_t} \right)}{2j\omega C_c \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_t} \right)}
 \end{aligned}$$

Figure 1 中の抵抗値とキャパシタンスを考慮すると $1/R_b + 1/R_t \approx 1/R_t$ 、 $j\omega C_c + 2(1/R_b + 1/R_t) \approx j\omega C_c$ であるから $Z_{in} \approx R_t$ である（近似せずに計算すると $99.0099 - 0.031831j \Omega$ である）。

Version 0.1.0

Last updated 2024-12-04 18:45:46 +0900