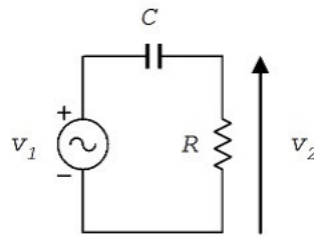


1. 図の電気回路において  $v_2$  を求め、遮断角周波数を答えなさい。



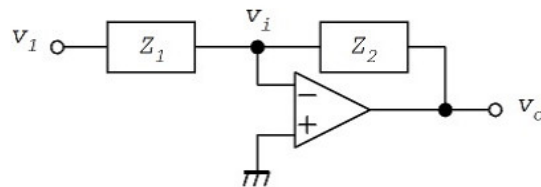
Solution: ミルマンの定理により,

$$v_2 = \frac{sCv_1}{sC + \frac{1}{R}} = \frac{sCR}{1 + sCR}v_1.$$

これは高域通過関数であり (低域) 遮断角周波数は

$$\omega_c = \frac{1}{CR}.$$

2. 図のような演算増幅器による逆相増幅回路において、入力  $v_1$  は電圧源で駆動されているものとする。出力電圧  $v_o$  を求めなさい。



Solution: 演算増幅器の電圧利得を  $A$  と書くと,

$$v_o = -Av_i.$$

$A$  がとても大きくて、 $A \rightarrow \infty$  であっても、 $v_o < \infty$  である (有界にとどまる) ためには

$$v_i = 0$$

でなければならない (なお、これを仮想接地というのであった.)

しかるに、ミルマンにより

$$v_i = \frac{Y_1v_1 + Y_2v_o}{Y_1 + Y_2}.$$

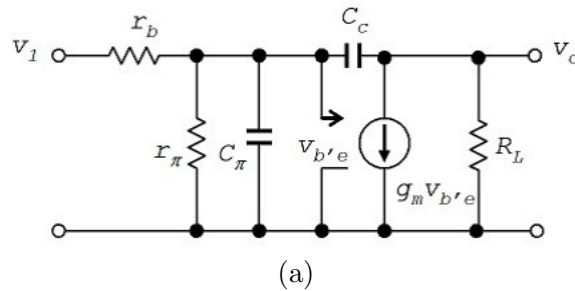
(ただし、 $Y_i = 1/Z_i$  は断りなく使用する.) したがって、

$$Y_1v_1 + Y_2v_o = 0.$$

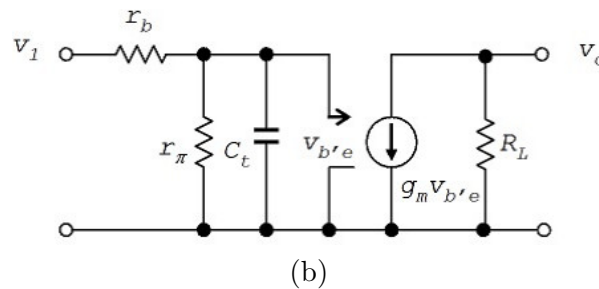
すなわち、

$$v_o = -\frac{Y_1}{Y_2}v_1 = -\frac{Z_2}{Z_1}v_1.$$

3. 図 (a) のようなエミッタ接地増幅回路の高周波等価回路について電圧利得, および高域遮断周波数を求めなさい. ただし, 入力端子は電圧源  $v_1$  で駆動されているものとする.



(a)



(b)

Solution: 電圧利得は

$$A_h = \frac{v_o}{v_1} = \frac{v_{b'e}}{v_1} \frac{v_o}{v_{b'e}}$$

と定義することができる. 出力電圧  $v_o$  は電流  $g_m v_{b'e}$  が  $R_L$  を流れて発生する電圧降下であるから,

$$v_o = R_L(-g_m v_{b'e}) = -g_m R_L v_{b'e}.$$

$v_{b'e}$  を求めるためミラー効果を考えると,  $C_c$  によるブリッジ (橋絡) <sup>きょうらく</sup> が解消され, 回路は (b) のようにかき換えることができる. ただし,

$$C_t = C_\pi + C_c(1 + g_m R_L).$$

したがって, ミルマンにより,

$$v_{b'e} = \frac{\frac{1}{r_b} v_1}{\frac{1}{r_b} + \frac{1}{r_\pi} + sC_t} = \frac{\frac{1}{r_b} v_1}{\frac{1}{r_b // r_\pi} + sC_t}.$$

ゆえに,

$$A_h = \frac{-g_m R_L \frac{r_b // r_\pi}{r_b}}{1 + sC_t(r_b // r_\pi)}.$$

これより, 高域遮断角周波数は

$$\omega_c = \frac{1}{C_t(r_b // r_\pi)}.$$

追加説明: なお,  $r_b \approx 200 \ll r_\pi = r_e(1 + \beta_0)$  であるから,  $r_b // r_\pi \approx r_b$  である.

また,  $C_\pi$  とは拡散容量,  $C_d = \frac{1}{r_e \omega_\alpha}$ , のことであった.

いっぽう,  $C_c$  とはコレクタ接合部の空乏層容量  $C_{jc}$  で 1pF 程度である.

つまり,  $C_t \approx C_{jc}(1 + g_m R_L)$  である.

したがって, 広帯域増幅には  $C_{jc}$  と  $r_b$  の小さいトランジスタを使用することが肝要である.