

VU メータを駆動するトランジスタ増幅器 AF AMP のゲインについて計算概要を 2 例示す。

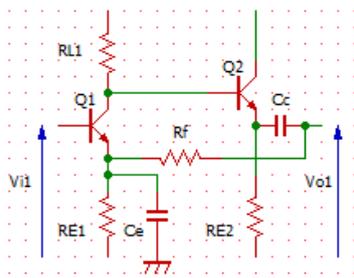


Fig. a)-1 AF AMP 1

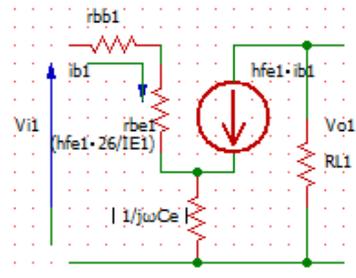


Fig. a)-2 Q1 等価回路 (Rf, エミッタホロワ略)

Fig.a)-2 の等価回路で, C_e によりエミッタ抵抗 $RE1$ は交流的にないものとして考える。

ベース拡散抵抗 $r_{bb1} = 22 \Omega$, $RL1 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $h_{fe1} = 100$, $IE = 1 \text{ mA}$ とした場合 $RE1 \approx 0^1$ から

$$\frac{Vo1}{Vi1} \cong \frac{h_{fe1} \times RL1}{r_{bb1} + r_{be1}} \cong \frac{h_{fe1} \times RL1}{r_{bb1} + h_{fe1} \times 26 / IE} \cong \frac{100 \times 4700}{22 + 100 \times 26} \cong \frac{470000}{2622} \cong 179.25 \text{ (倍)} \rightarrow 45 \text{ (dB)} \cong h_{fe1}(\text{max})$$

$Q2$ はエミッタホロワで増幅率は $\cong 1$ である ($RE2 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $RL1 \ll h_{fe2} \cdot RE2$ より負荷効果は無視)。

RF はフィードバック抵抗だが増幅への寄与は殆どなく, 最大で $Q1$ の h_{fe1} 倍である。

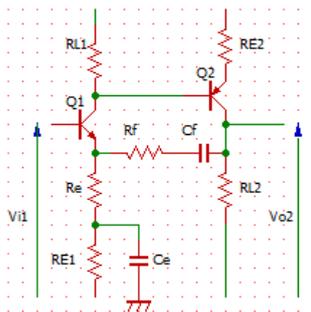


Fig. a)-3 AF AMP 2

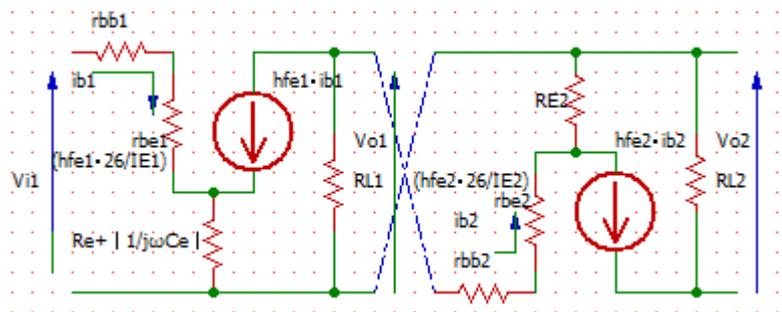


Fig. a)-4 Q1-Q2 の等価回路 (Rf-Cf 省略)

$Q1$ 増幅度 ; $Re = 100$, $C_e = 4.7 \mu\text{F}$ (8.5Ω at 4 kHz), $h_{fe1} = 100$, $RL1 = 4.7 \text{ k}\Omega$, $IE1 = 1 \text{ mA}$ から

$$\frac{Vo1}{Vi1} \cong \frac{h_{fe1} \times RL1}{r_{bb1} + r_{be1} + (1 + h_{fe1}) \times (Re + \frac{1}{j\omega C_e})} \cong \frac{100 \times 4700}{22 + 100 \times \frac{26}{1} + (1 + 100) \times 108.5} \cong 34.61$$

$Q2$ 増幅度 ; $r_{bb2} = 22$, $RE2 = 2.59 \text{ k}\Omega$, $RL2 = 3.4 \text{ k}\Omega$, $h_{fe2} = 100$, $IE2 = 1.5 \text{ mA}$ から

$$\frac{Vo2}{Vi2} \cong \frac{h_{fe2} \times RL2}{r_{bb2} + r_{be2} + (1 + h_{fe2}) \times RE2} \cong \frac{100 \times 3400}{22 + 100 \times \frac{26}{1.5} + (1 + 100) \times 2590} \cong 1.29$$

よって, 開ループ増幅度 A ;

$$A = \frac{Vo1}{Vi1} \times \frac{Vo2}{Vi2} = 34.61 \times 1.29 = 44.65 \text{ (倍)}$$

総合ゲイン Av ; 式 $Av = \frac{A}{1 + \beta A}$, 帰還量 $\beta = \frac{Re}{Re + Rf}$, $Re = 108.5 \Omega$ ($\cong Re + \frac{1}{j\omega C_e}$), $Rf = 5.618 \text{ k}\Omega$

$$Av = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{44.65}{1 + \frac{108.5}{108.5 + 5618} \times 44.65} = \frac{44.65}{1 + 0.846} = 24.19 \text{ (倍)} \rightarrow 27.7 \text{ (dB)}$$