

1. در مدار شکل زیر تمام ترانزیستورها مشابه هستند:

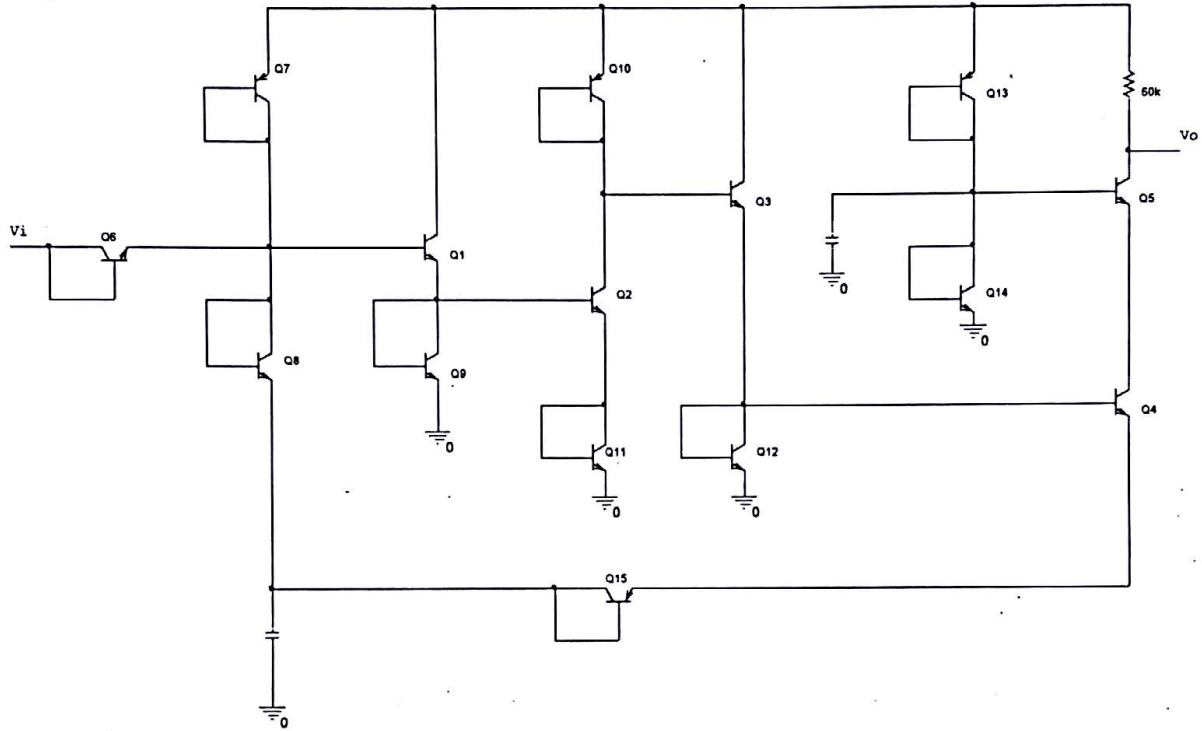
الف) بهره ولتاژ را بدست آورید.

ب) طبقه اول را مشخص نمایید و عملکرد و ویژگی آنرا در یک خط توضیح داد و اثر آنرا بر روی تقویت کننده بیان نمایید.

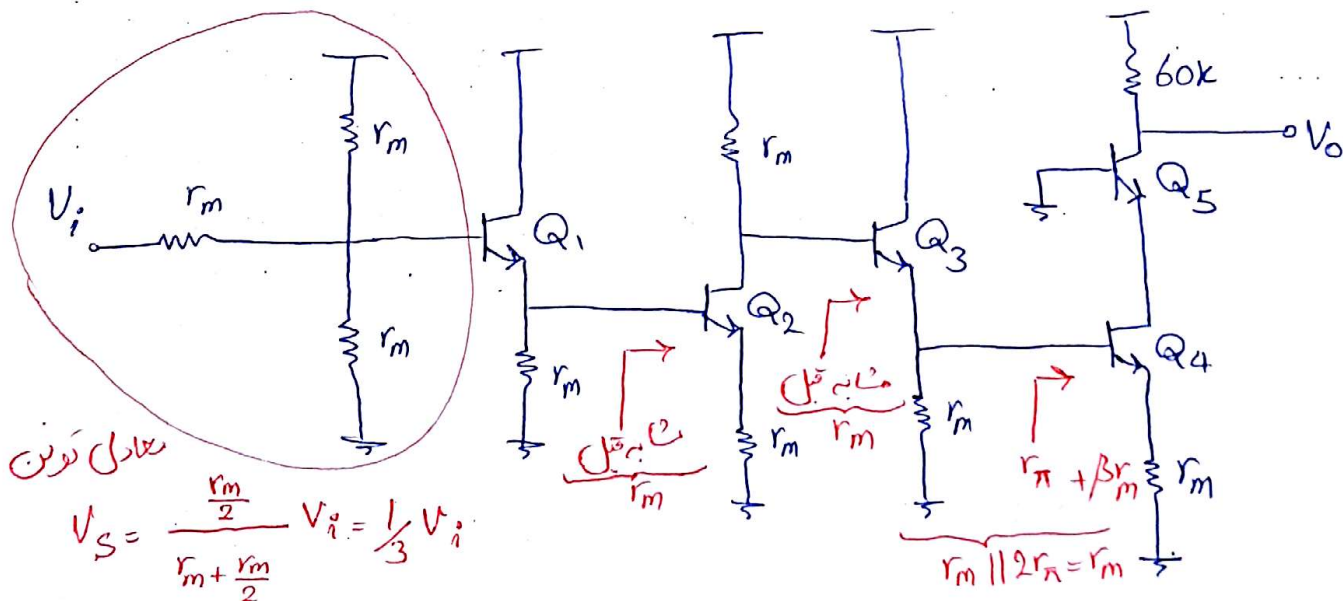
ج) مهمترین ویژگی و اثر طبقه آخر را در یک خط توضیح دهید.

د) تقویت کننده دارای چند طبقه گین (gain) می باشد؟

$I_c = 0.5 \text{ mA}, \beta = 100$



الف) تمامی ترانزیستورهای Diode Connected به صورت مقاومت $r_m = \frac{r_{\pi}}{\beta}$ فوایدی در نتیجه مدار به صورت زیر خواهد بود:



معادله نویسی

$$V_s = \frac{r_m/2}{r_m + r_m/2} V_i = \frac{1}{3} V_i$$

$$R = r_m/2 \parallel r_m = \frac{1}{3} r_m$$

* ترانزیستورهای Q₁₃ و Q₁₄ نیز بوسیله فانن Bypass می شوند

برای محاسبه gain همانطور که در شکل نشان داده شده است بار نظر گرفتن Q_4 و Q_5 به صورت Cascode و محاسبه مقادیر بارگذاری یا loading که برای هر طبقات به صورت مشابه محاسبه می شود فواید دانست:

$$A_{V1} = \frac{r_m \times \frac{1}{3}}{r_m + \frac{r_n}{\beta} + \frac{\frac{1}{3}r_m}{\beta}} \approx \frac{\frac{1}{3}r_m}{\frac{1}{2}r_m} = \frac{1}{6}$$

$$r_n = \beta \frac{r_{VT}}{I_C} = 5k$$

$$r_m = 50\Omega$$

$$A_{V2} = \frac{-r_m}{r_m + \frac{r_n}{\beta}} = -\frac{1}{2}$$

$$A_{V3} = \frac{r_m}{r_m + \frac{r_n}{\beta}} = \frac{1}{2}$$

$$A_{V4} = \frac{-60k}{r_m + \frac{r_n}{\beta}} = \frac{-60k}{100\Omega} = -600 \Rightarrow \text{gain حاصل از } Q_4, Q_5 \text{ که Cascode است}$$

$$\Rightarrow A_V = A_{V1} \cdot A_{V2} \cdot A_{V3} \cdot A_{V4} = \left(\frac{1}{6}\right) \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{1}{2}\right) (-600) = \boxed{25}$$

ب) طبقه اول به صورت کلتور مشترک است که به صورت Buffer عمل می نماید و اثرات بارگذاری و بیاریت را کاهش می دهد و باعث افزایش gain کل مدار خواهد شد.

ج) طبقه آخر که شامل Q_4 و Q_5 است مدار Cascode می باشد که باعث وجود بین مشترک باعث افزایش پهنای باند مدار می شود.

د) تقویت کننده دارای 2 طبقه بافر Buffer می باشد. اگر Q_4 و Q_5 که به صورت Cascode هستند را یک طبقه فرض کنیم این تقویت کننده دارای دو طبقه gain و تناوب می باشد اما اثر Q_4 و Q_5 را به صورت طبقات مجزا در نظر بگیریم تقویت کننده سه طبقه gain ولتاژ دارد.