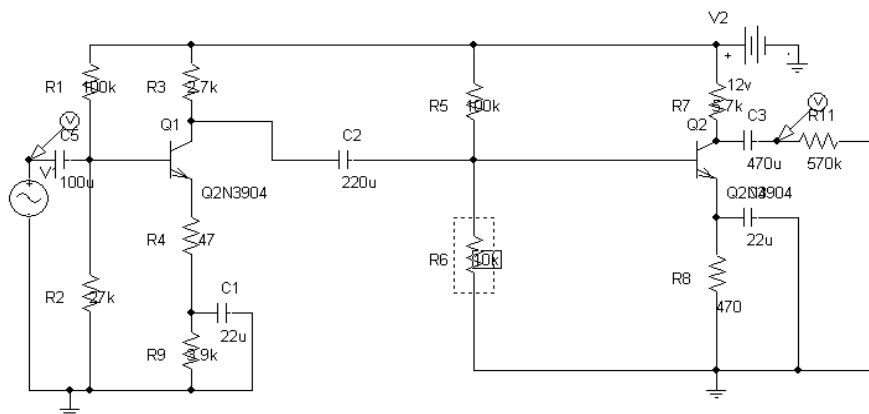


## آزمایش شماره (۲)

فیدبک در تقویت کننده ها:

مدار زیر را در نظر میگیریم:



برای ترانزیستورها داریم:  $\beta = 200$ ,  $I_c = 1\text{mA}$ ,  $V_{be} = 0.6\text{V}$   
الف) ابتدا بهره ی ولتاژ و فرکانس قطع پایین مدار را بدون فیدبک بطور تخمینی مشخص کنید.

$$g_m = \frac{I_c}{V_T} = \frac{1}{25} \Rightarrow g_m = 0.04, r_\pi = \frac{\beta V_T}{I_c} = 5k$$

$$A_{v1} = \frac{-g_m R_c}{1 + g_m R_E} \Rightarrow A_{v1} = 37.5$$

$$A_{v2} = -g_m R_c \Rightarrow A_{v2} = 228$$

$$A_v = A_{v1} \times A_{v2} \times \frac{R_{ic}}{R_{ic} + R_{oc}} \Rightarrow R_{oc} = 2.7k, R_{ic} = 100 \parallel 10 \parallel 5 \Rightarrow R_{ic} = 3.2k$$

$$A_v = 37.5 \times 228 \times \frac{3.2}{3.2 + 2.7} \Rightarrow A_v = 4600$$

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{\sum_{i=1}^n \tau_i} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{1}{\tau_{ci}} + \frac{1}{\tau_{CE1}} + \frac{1}{\tau_{CC}} + \frac{1}{\tau_{CE2}} + \frac{1}{\tau_{CO}} \right)$$

$$\tau_{ci} = Z_{ci} \times C_i = (100 \parallel 27 \parallel (5 + 9.4)) \times 100 \times 10^{-3} = 0.86$$

$$\tau_{CE1} = Z_{CE1} \times C_{E1} = (3.9 \parallel (\frac{5}{200} + 0.047)) \times 22 \times 10^{-3} = 1.5 \times 10^{-3}$$

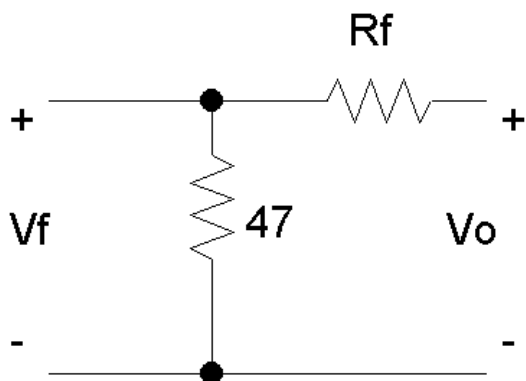
$$\tau_{cc} = Z_{cc} \times C_c = (100 \parallel 10 \parallel 2.7) \times 220 \times 10^{-3} = 0.44$$

$$\tau_{CE2} = Z_{CE2} \times C_{E2} = (0.47 \parallel \frac{5}{200}) \times 22 \times 10^{-3} = 0.4 \times 10^{-3}$$

$$\tau_{CO} = Z_{co} \times C_o = 5.7 \times 470 \times 10^{-3} = 2.67$$

$$f_{cl} = \frac{1}{2\pi} \times \left( \frac{1}{0.86} + \frac{1}{0.0015} + \frac{1}{0.44} + \frac{1}{0.0004} + \frac{1}{2.67} \right) \Rightarrow f_{cl} = 502\text{Hz}$$

(ب) مدار فیدبک را چنان طراحی کنید که بهره ولتاژ با فیدبک  $G_f=200$  گردد.



فیدبک از نوع ولتاژ سری

$$A_{vf} = \frac{V_f}{V_o} = \frac{A_v}{1 + A_v \beta} = \frac{1}{\beta}$$

$$200 = \frac{47}{47 + R_f} \Rightarrow R_f = 9.4k$$

$$\beta = \frac{1}{200} \text{ فیدبک}$$

(ج) مدار را بسته و پس از کنترل نقاط کار ترانزیستورها، بهره ولتاژ و فرکانس قطع پایین و بالا را بدون فیدبک اندازه بگیرید.

پس از بستن مدار و کنترل نقاط کار ترانزیستورها بهره ولتاژ برابر 1200 بر روی اسیلوسکوپ مشاهده شد و با تغییر فرکانس به اندازه  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  دامنه، فرکانس قطع به دست آمد که فرکانس قطع پایین 260 و بالا 1100 هرتز شد.

پس از بستن مقاومت فیدبک بهره ولتاژی برابر 130 بر روی اسیلوسکوپ مشاهده شد. و فرکانس قطع پایین برابر 140 هرتز بر روی اسیلوسکوپ مشاهده شد.

$$f_{clf} = \frac{502}{1 + \frac{1}{200} \times 4600} = 22Hz \text{ فرکانس قطع با فیدبک از لحاظ تئوری}$$

- فیدبک منفی باعث می شود که حساسیت تغییرات کانال اصلی به اندازه  $T+1$  (بهره حلقه) برابر کاهش یابد و با

$$\text{توجه به } A_f = \frac{A_v}{1 + \beta A_v} \xrightarrow{\beta A_v \gg 1} A_f = \frac{1}{\beta} \text{ گین تقویت کننده با فیدبک به شبکه ی فیدبک که معمولاً از}$$

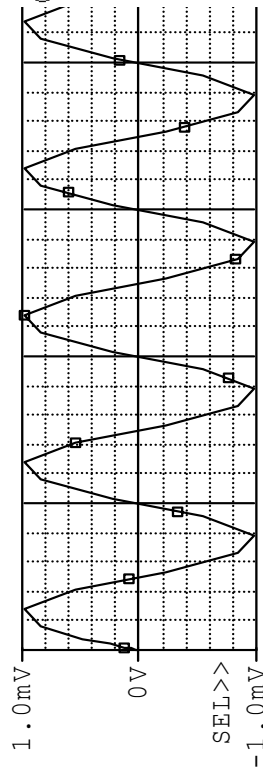
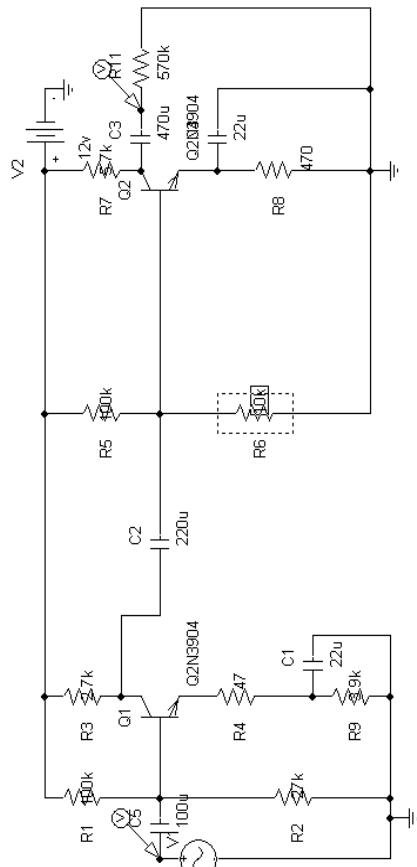
عناصر پسیو پایداریتشکیل می شود در نتیجه باعث پایداری بهتر تقویت کننده می شود.

- اعوجاج ناشی از عملکرد غیر خطی تقویت کننده در واقع تغییر شیب منحنی مشخصه است، فیدبک منفی باعث می شود که تغییرات شیب منحنی مشخصه کاهش یابد و در حالت حدی به شیب یکسانی میل کند در نتیجه اعوجاج نیز کاهش می یابد یا به عبارتی فیدبک منفی با اعوجاج دادن سیگنال ورودی به تقویت کننده در جهت مخالف با جهتی که تقویت کننده به سیگنال می دهد اعوجاج را جبران می کند.

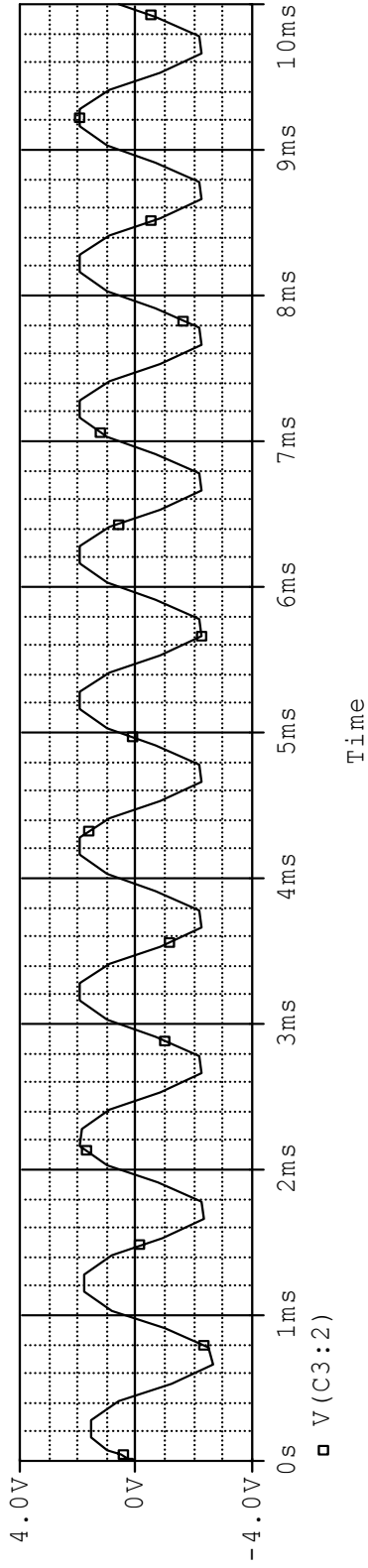
- فیدبک منفی باعث می شود که اثر سیگنال نویز در خروجی به میزان  $\frac{1}{1+T}$  برابر کاهش یابد.

- با توجه به رابطه های زیر فیدبک ولتاژ سری امپدانس ورودی را افزایش و امپدانس خروجی را کاهش می دهد.

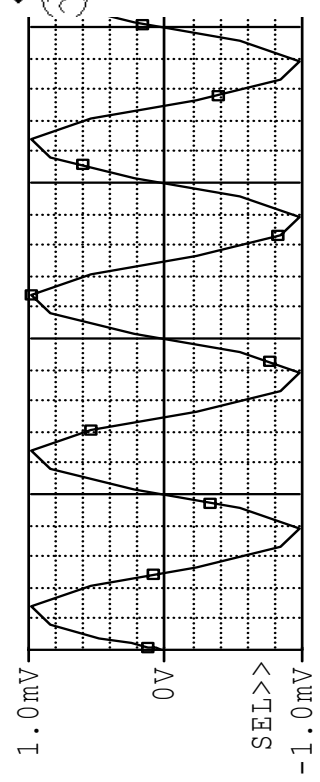
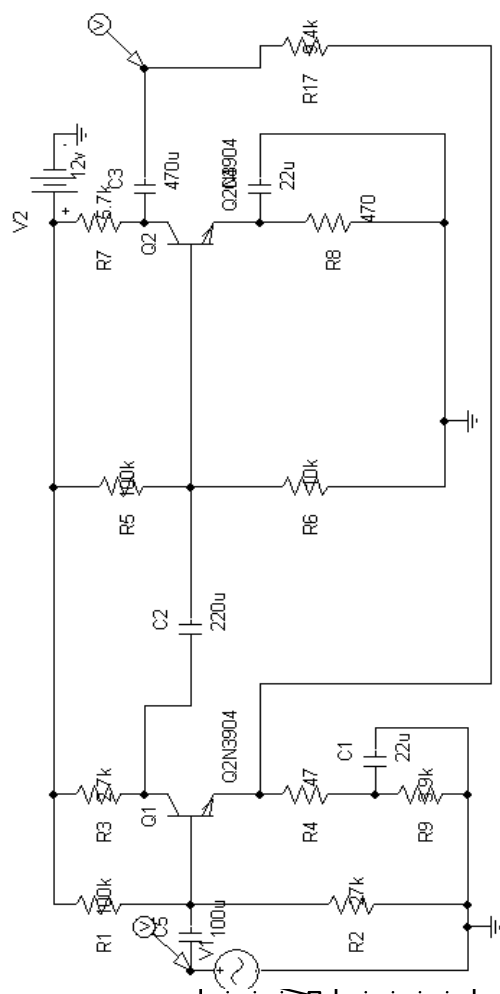
$$R_{of} = \frac{R_o}{1 + \beta A_{v_{oc}}}, R_{if} = R_i(1 + \beta A_v)$$



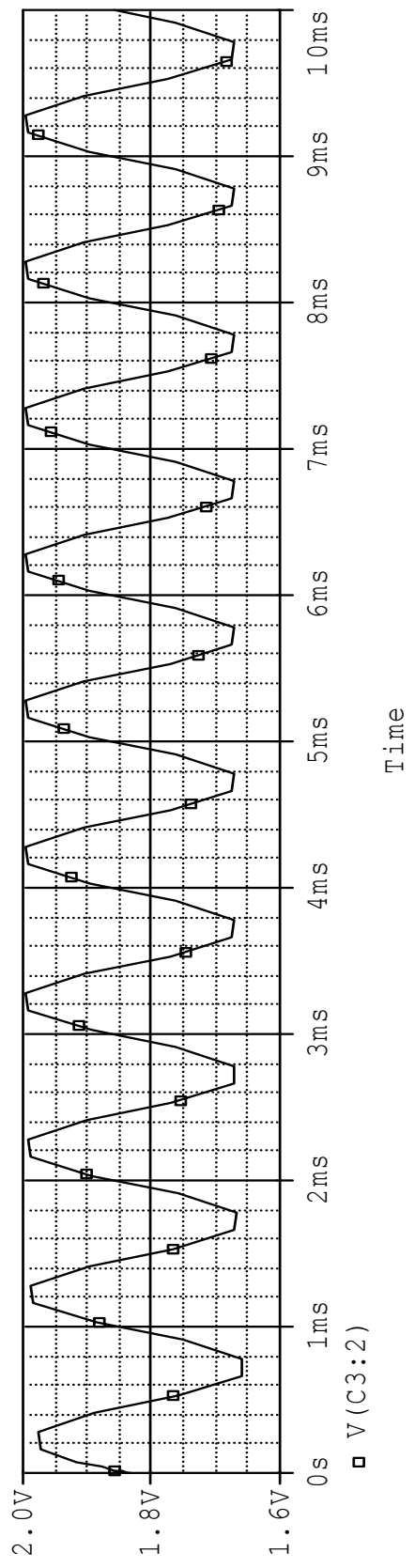
V(V1: +)



V(C3:2)



□ V (V1: +)



□ V (C3:2)