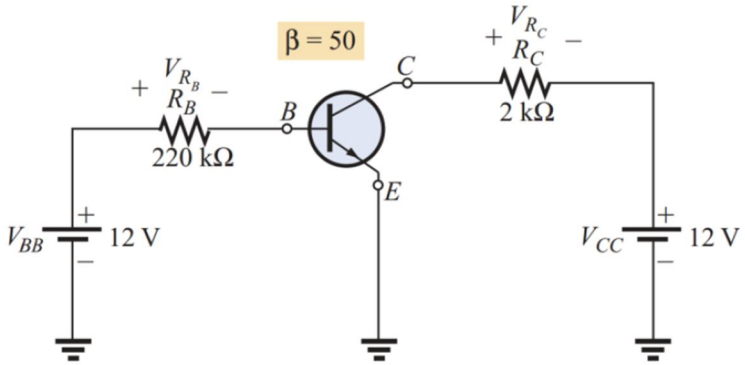
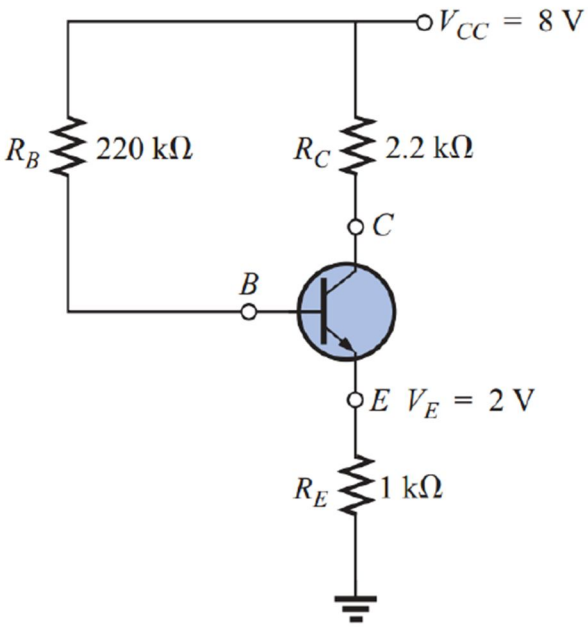
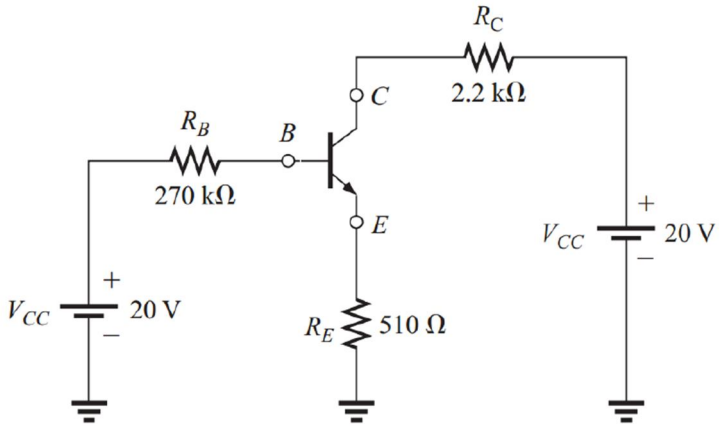
1. در مدار زیر ولتاژ پایه Collector و جریان شاخه Emitter را محاسبه کنید. در حالت روشن V_{BE}=0.7V و در حالت اشباع V_{CE}=0.3V است و β=50.



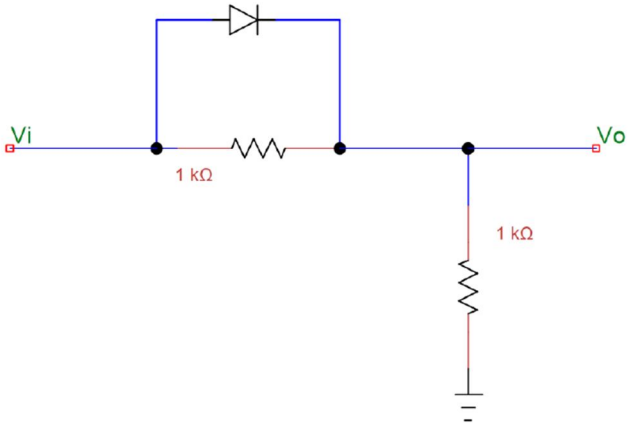
2. در مدار شکل زیر ولتاژ و جریان شاخه های Collector و Emitter را حساب کنید. در حالت روشن V_{BE}=0.7V و در حالت اشباع V_{CE}=0.3V است و β=100.



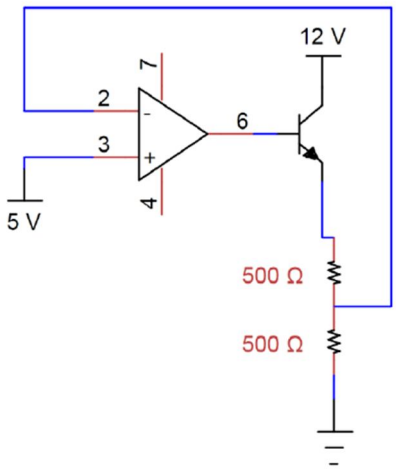
3. در مدار $V_{BE}=0.7V$ و $V_{CE}=0.3V$ اندازه گیری شده است. ولتاژ و جریان تمامی پایه ها را محاسبه کنید.



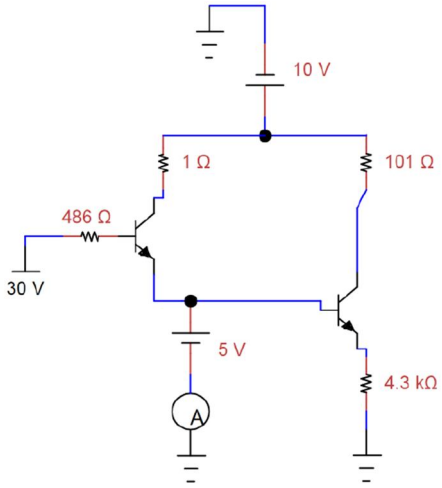
4. ولتاژ خروجی مدار زیر را برای ورودی سینوسی $V_i = V.\sin(w.t)$ رسم کنید. (دیود ایده آل فرض شده است)



5. در مدار زیر ولتاژ پایه Emitter را محاسبه کنید. در حالت روشن $V_{BE}=0.7V$ و در حالت اشباع $V_{CE}=0.3V$ است و $\beta=100$.



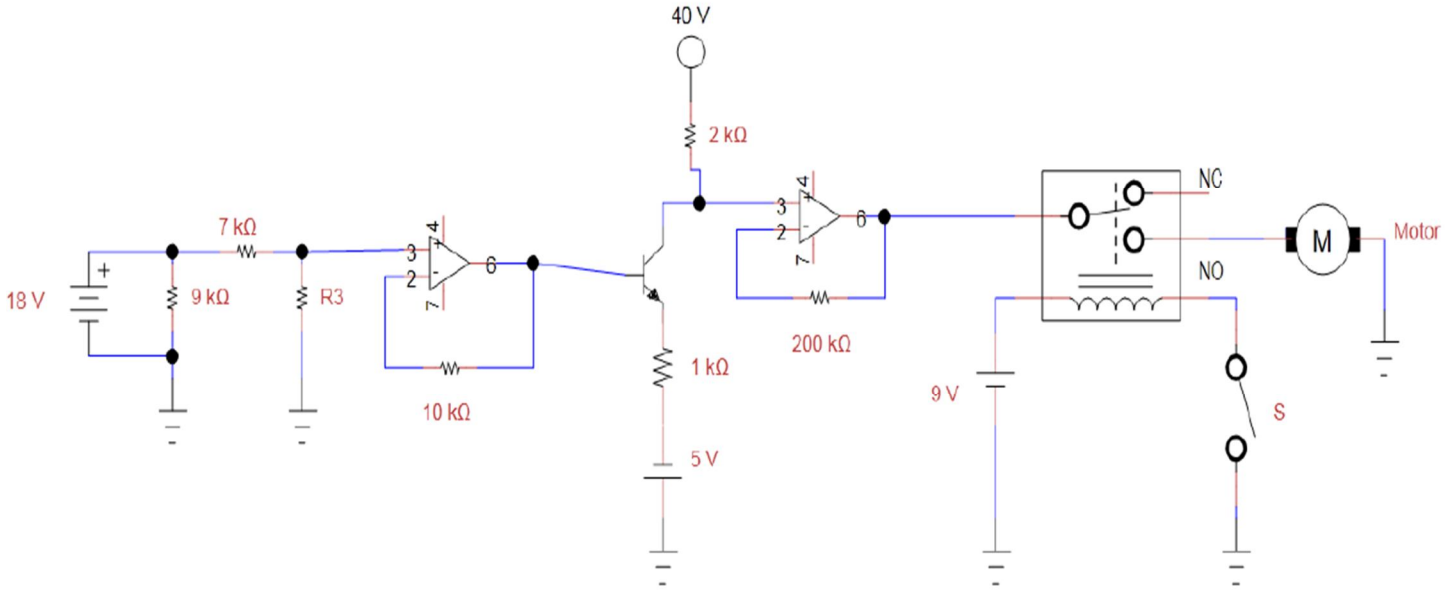
6. مدار شکل زیر را تحلیل کرده و جریان گذرنده از آمپرسنج را بیابید. در حالت روشن $V_{BE}=0.7V$ و در حالت اشباع $V_{CE}=0.3V$ است و $\beta=100$.



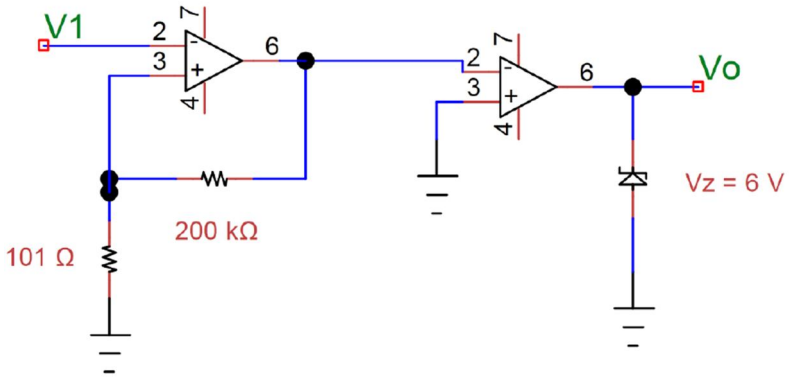
7. اگر موتوری برای روشن شدن به اختلاف پتانسیلی برابر 5v نیاز داشته باشد، مقاومت R_3 را در دو حالت زیر طوری بیابید که با زدن کلید S موتور روشن شود. در حالت روشن $V_{BE}=0.9V$ و در حالت اشباع $V_{CE}=0.5V$ است و $\beta=100$.

الف) ترانزیستور فعال باشد.

ب) ترانزیستور اشباع باشد.



8. نمودار ولتاژ خروجی V_o را بر حسب ولتاژ ورودی V_1 رسم کنید. ولتاژ اشباع آپ امپ ها $\pm$ 10 V است.

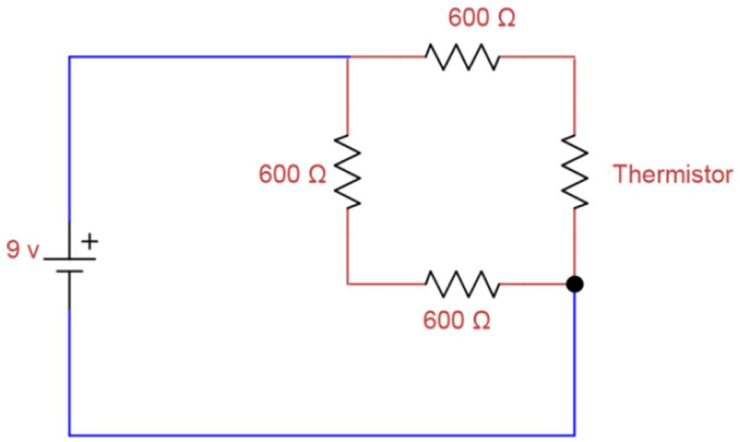


9. در مدار شکل زیر (که از آن برای اندازه گیری دمای محیط استفاده می شود) از یک مقاومت متغیر با دما به نام ترمیستور استفاده شده است. مقاومت ترمیستور در شرایط عادی 600 Ω است.

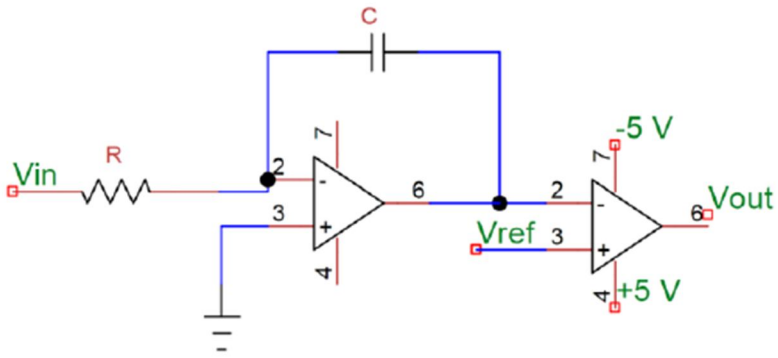
الف) با استفاده از آی سی AD620 یک مدار مقایسه کننده ببندید که V_1 و V_2 را مقایسه کند. ولتاژ مرجع را $\pm$9 V در نظر بگیرید و بهره مدار را برای G=10 تنظیم کنید. (اتصالات سخت افزاری را بکشید)

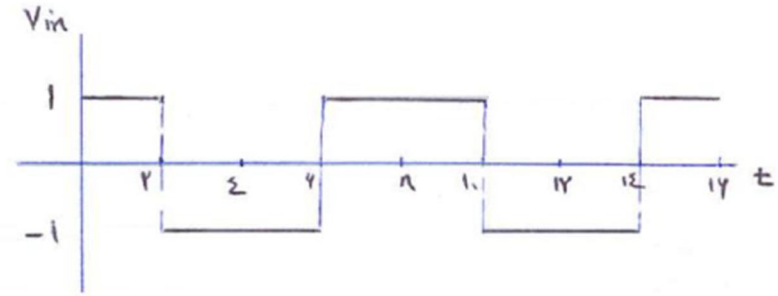
ب) اگر در وضعیت عادی دمایی و شرایط قسمت قبل، V_2 را به پایه non-inverting و V_1 را به پایه inverting متصل کنیم، V_{out} برابر چه عددی است؟ فرکانس کاری را 60 Hz در نظر بگیرید و از مینیمم اعداد داده شده در کاتالوگ استفاده کنید.

پ) اگر بخواهیم بهره مدار برابر 100 باشد چه مقاومت R_G لازم است؟ اگر بر اثر گرما مقاومت ترمیستور 50 Ω زیاد شود V_{out} چه مقدار خواهد شد؟ تغذیه را $\pm$9 V و فرکانس را 60 Hz در نظر بگیرید.

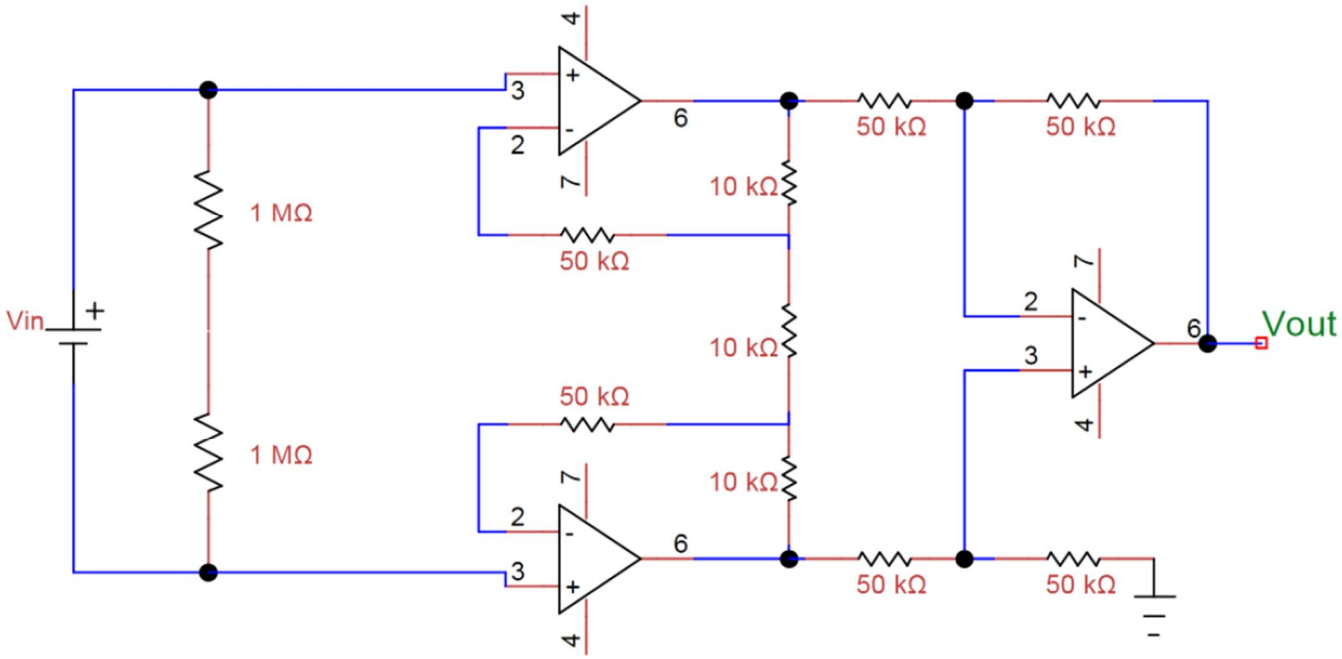


10. نمودار V_{out} را بر حسب زمان رسم کنید. (فرض کنید $RC = 1$ و $V_{ref} = 1V$)



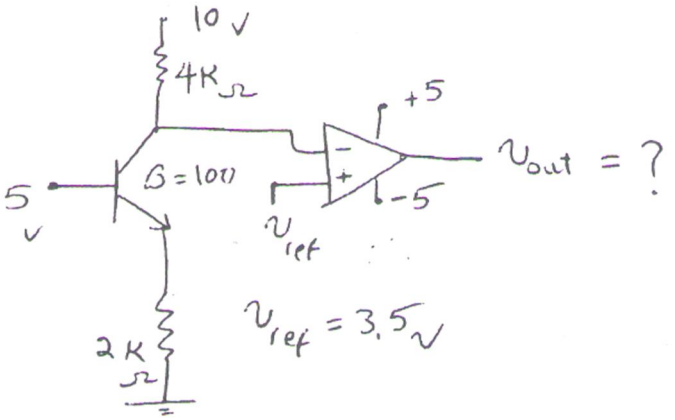


11. بهره مدار زیر را پیدا کنید.

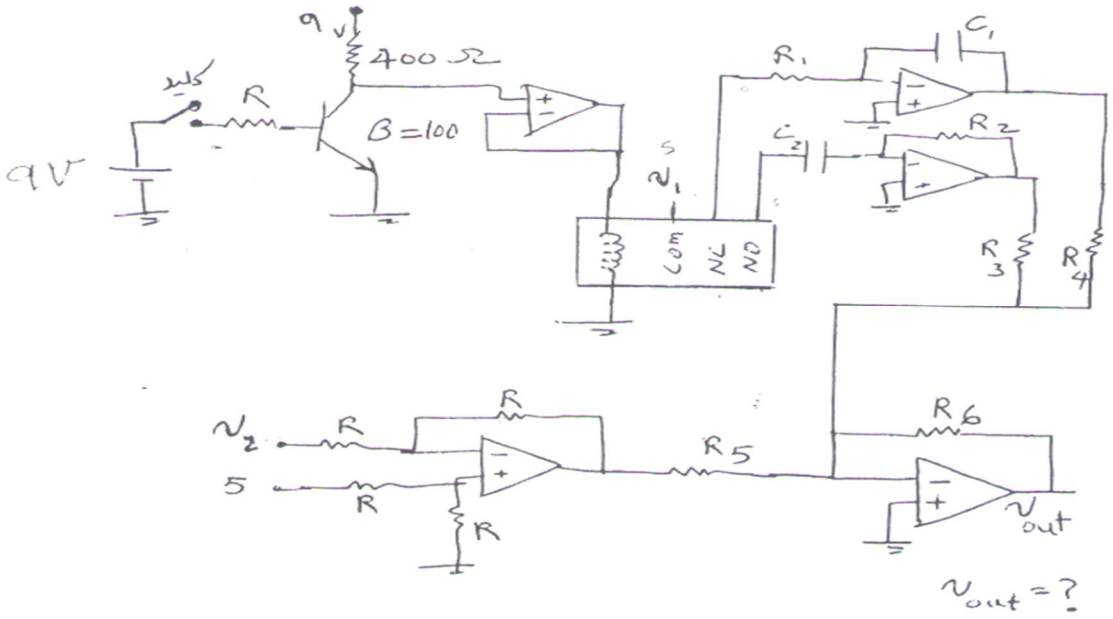


12. یک هواپیمای بدون سرنشین دارای موتور الکتریکی براشلس است که به طور میانگین در دور 6000 RPM کار می کند. برای ارتفاع سنجی هواپیما از یک سنسور دمای ساده استفاده شده است که با توجه به رابطه ی خطی دما و ارتفاع در بازه ی کاری این هواپیما دما را به ارتفاع تبدیل می کند. خروجی این سنسور به صورت ولتاژ و در حد میکروولت است. موتور در هر بار دور زدن باعث ایجاد نویز روی این ولتاژ می شود.
یک فیلتر پایین گذر طراحی کنید که ضمن 1000 برابر کردن ولتاژ سنسور، آن را بدون نویز به پردازنده تحویل دهد. ضریب اطمینان را برای حذف فرکانس نویز 1.1 در نظر بگیرید و از خازن های 0.01µF استفاده کنید.

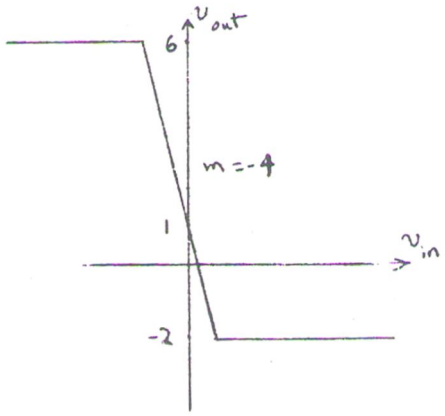
13. در مدار زیر خروجی ولتاژ آپ امپ را بدست آورید.



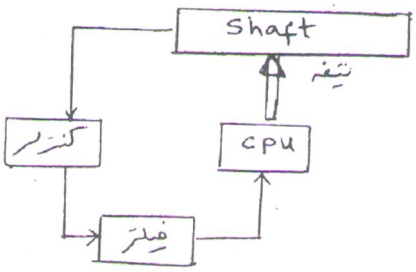
14. در مدار زیر مقدار R را طوری پیدا کنید که وقتی کلید بسته می شود رله 5 ولتی فعال شود و در این صورت ولتاژ خروجی آپ امپ را بدست آورید.



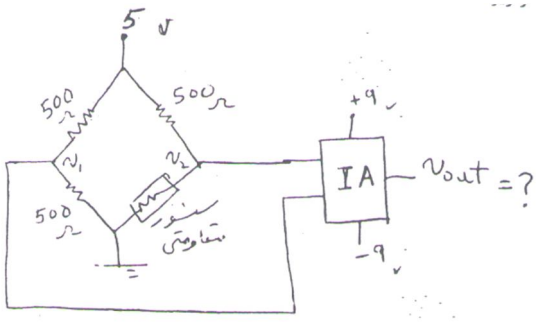
15. مدار مناسب جهت ایجاد دیاگرام زیر را طراحی کنید. (برای آپ امپ تغذیه ±9V استفاده کنید)



16. یک دستگاه ماشین ابزار برای تراشکاری یک شافت از یک کنترلر استفاده می کند که می توان سرعت و مکان تیغه را با کمک آن تنظیم کرد. این کنترلر با فرکانس 300Hz اطلاعات کنترلی را ارسال می کند. سرعت کار ماشین ابزار 0 تا 4200rpm می باشد که باعث ایجاد نویز روی کنترلر می گردد. برای حذف این نویز یک فیلتر با ضریب اطمینان 1.5 طراحی کنید و ولتاژ ورودی نیز 100 برابر شود. (از خازن 10 µF استفاده شود)



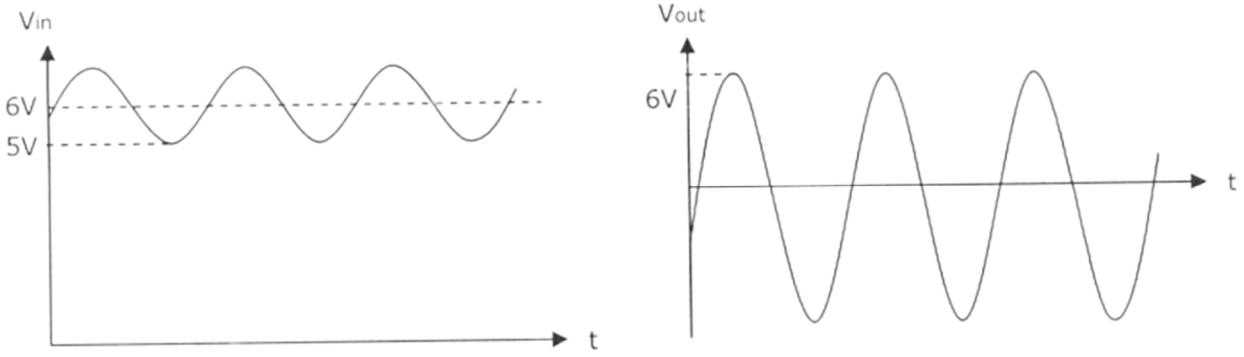
17. تقویت کننده ابزار دقیق را برای مدار زیر با بهره 100 طراحی کنید و اتصالات را کامل کنید. (آی سی AD622)



خروجی مدار را برای حالت های زیر بدست آورید:

الف) مقاوت سنسور 500Ω ب) مقاوت سنسور 510Ω ج) مقاوت سنسور 600Ω

18. مداری توسط آپ امپ طراحی کنید که سیگنال های ورودی و خروجی آن به شکل زیر باشد.



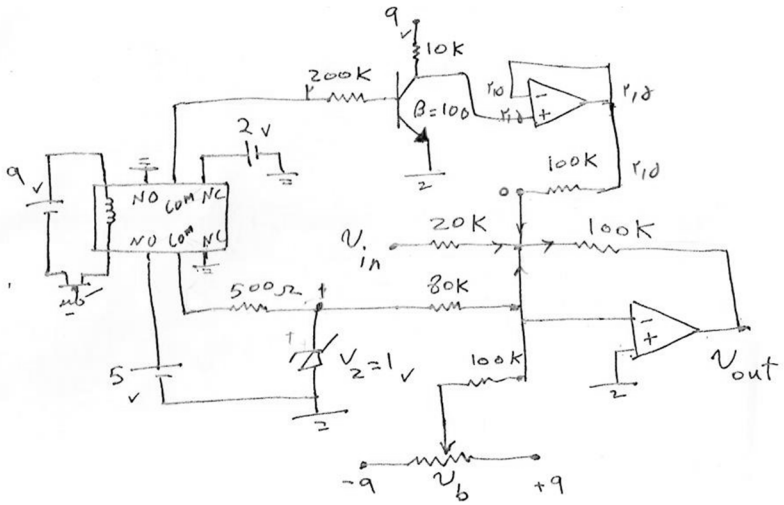
در صورتی که GBP آپ امپ برابر 2MHz باشد، تا چه فرکانسی مدار طراحی شده جواب می دهد؟

19. تقویت کننده ابزار دقیقAD522AD را برای بهره 10 تنظیم نمایید. از تغذیه 15± ولت استفاده کنید. از دو پتانسیومتر10 کیلو اهم برای درست کردن سیگنال های ورودی v_1 و v_2 استفاده نمایید. اتصالات سخت افزاری را رسم کنید و خروجی را برای وضعیت های مختلف زیر بدست آورید.

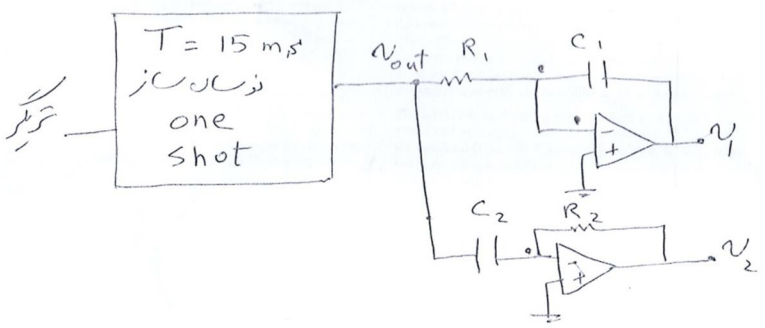
الف) $v_1 = 8.56v$ و $v_2 = 8.24v$ ب) $v_1 = 0$ و $v_2 = -2v$

ج) اگر نویز 30mv بر روی ورودی ها قرار بگیرد، خروجی به ازای نویز چقدر می شود؟

20. ولتاژ خروجی V_{out} را بر حسب V_{in} و V_b در دو وضعیت کلید بسته و کلید باز بدست آورید.



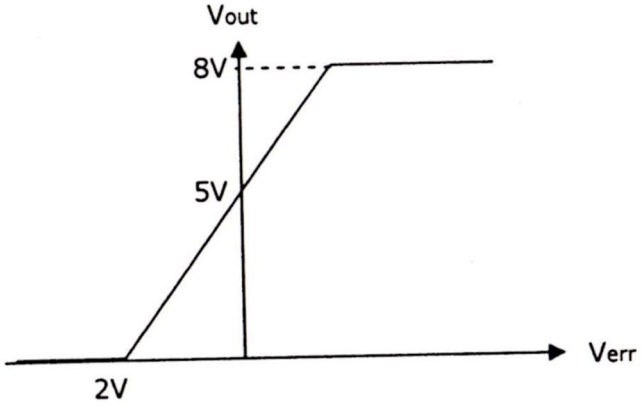
21. نوسان ساز زیر یک بار تریگر (فعال) شده است. خروجی v_1 و v_2 را بر حسب پارامترهای موجود بدست آورید.



22. AD625C را با بهره 100 تنظیم کنید. اتصالات را رسم کنید. CMRR و Slew Rate را بنویسید. اگر سیگنال های ورودی 35mv و 23mv باشند، خروجی چقدر است؟ اگر نویز 2mv روی مدار باشد، درصد خطا چقدر است؟

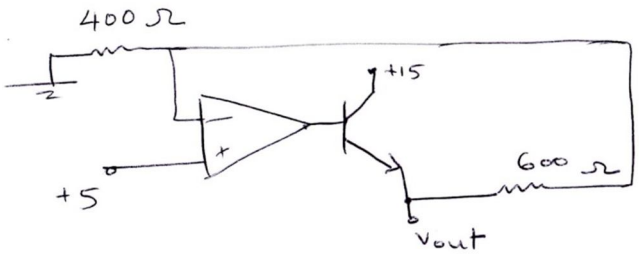
23. مداری توسط یک ترانزیستور طراحی کنید که مانند یک منبع جریان ثابت 2mA عمل کند. توسط این مدار می خواهیم یک بار که مقاومت اهمی آن بین 1.2k تا 33.k تغییر می کند را با جریان ثابت تغذیه کنیم. (راهنمایی: سعی کنید در حد بالا و پایین مقاومت بار، توسط بقیه المان های مدار، ترانزیستور را همواره در حالت فعال نگه دارید.)

24. یک کنترلر تناسبی طراحی کنید که نمودار مشخصه ولتاژ خروجی آن بر حسب Verr به صورت زیر باشد:



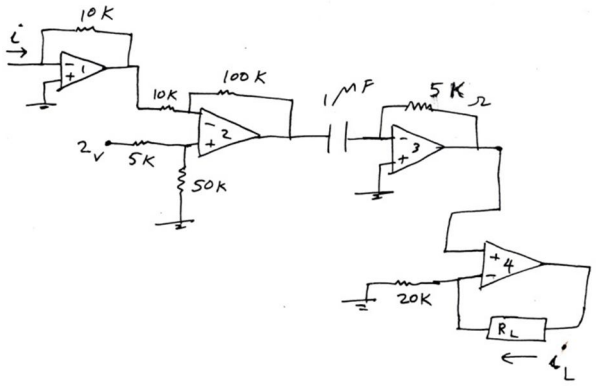
25. یک استخر توسط یک شیر آب پر می شود. از این استخر جهت آبیاری یک مزرعه استفاده می شود. می خواهیم وقتی سطح آب استخر به یک متر رسید، شیر باز شود و وقتی از یک و نیم متر بیشتر شد شیر بسته شود. بدین منظور از سنسوری استفاده کرده ایم که در ارتفاع 1.5m آب ولتاژ 5v و در ارتفاع 1m ولتاژ -5v را به صورت خروجی تولید می کند. مدار کنترلر on-off مورد نیاز را توسط آپ امپ طراحی کنید.

26. در مدار شکل زیر Vout را بدست آورید.



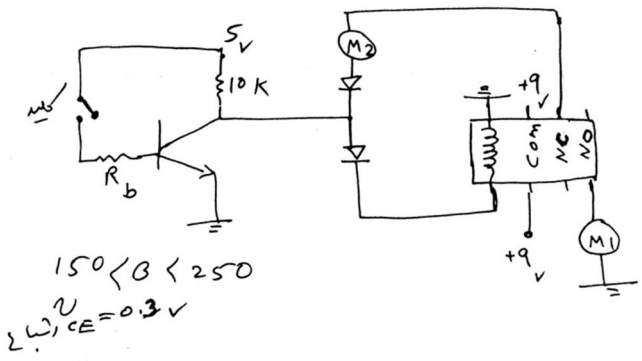
27. دزدگیری طراحی کنید که اگر در روشنایی روز یک در به صورت غیر مجاز باز شد، یک آژیر به صدا در آید و در هنگام شب علاوه بر صدای آژیر یک چراغ اخطار نیز روشن شود.

28. در مدار روبرو i_L را بر حسب i بدست آورید.

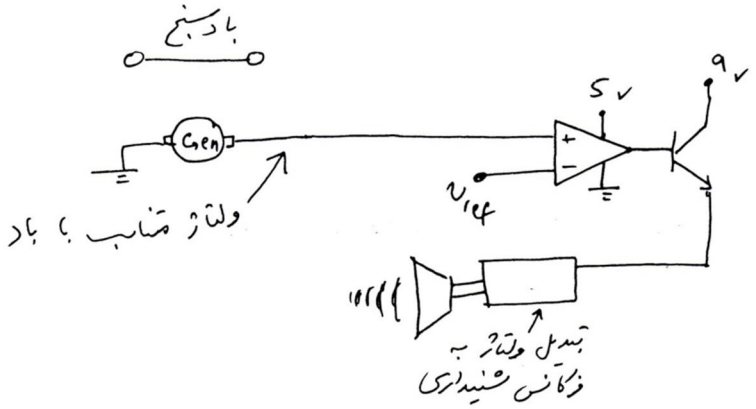


29. در مدار زیر R_b را طوری تعیین کنید که ترانزیستور اشباع شود.

همچنین وضعیت M_1 و M_2 را هنگام قطع و وصل کلید مشخص کنید. (با توضیح)



30. در مدار زیر از مقایسه کننده برای به صدا در آوردن بوق هنگامی که سرعت باد زیاد است استفاده می شود.



این مدار زمانی که سرعت باد زیاد است به خوبی کار می کند ولی زمانی که سرعت باد به مقدار حد آستانه نزدیک می شود، باعث شنیدن بوق و قطع شدن ناگهانی صدا به طور متوالی می شود. این مشکل را چگونه می توان حل کرد؟ (قطعات مورد نیاز را اضافه کنید و نمودار آن را رسم کنید.)

31. مداری طراحی کنید که خروجی آن تابع زیر باشد. (از هر تعداد آپ امپ مورد نیاز استفاده نمایید.)

$$V_{out} = K_p V_{in} + K_i \int V_{in}\, dt + K_d \frac{dV_{in}}{dt}$$

$K_p = 3$, $K_i = 12$, $K_d = 2$

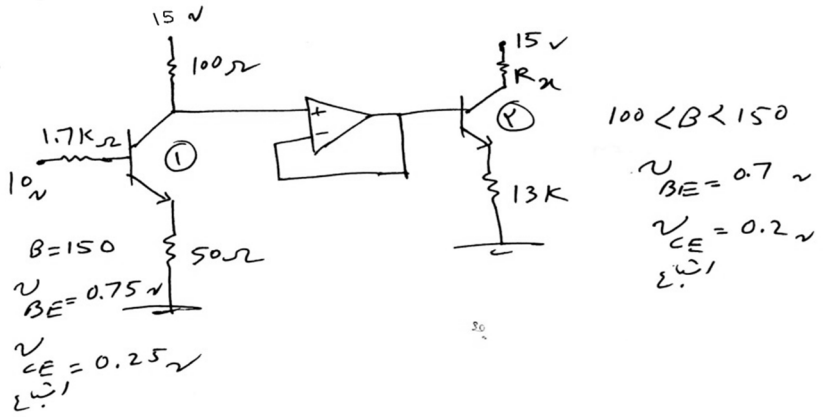
32. با استفاده از برگه های مشخصات ضمیمه AD622، یک تقویت کننده ابزار دقیق با بهره 100 تنظیم نمایید. (پایه های IC را مشخص نمایید و اتصالات لازم را برقرار نمایید.)

- اگر سیگنال های ورودی $v_1 = 50\mu v$ و $v_2 = 25\mu v$ به آن وارد شوند، خروجی چقدر خواهد بود؟

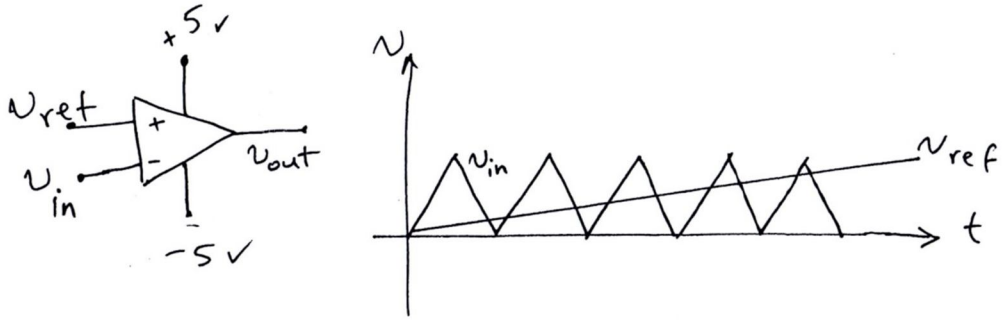
- اگر نویز محیطی با دامنه 15mv موجود باشد، خروجی به ازای نویز چقدر خواهد بود؟

- Slew Rate این IC چقدر است؟

33. در مدار زیر R_x را طوری بدست آورید که ترانزیستور 2 در وضعیت اشباع قرار بگیرد.

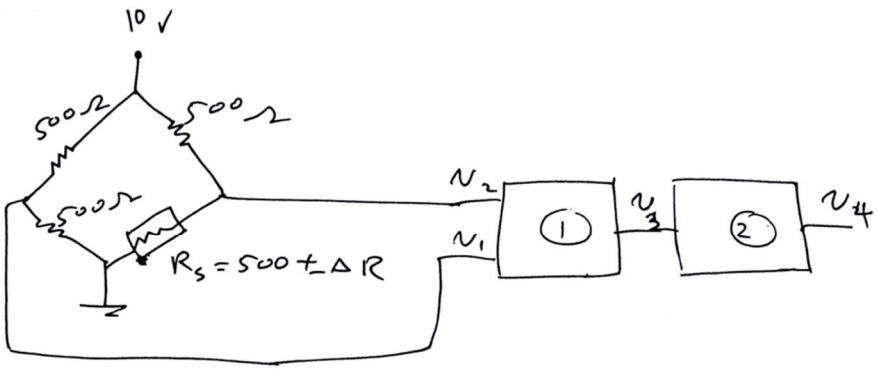


34. خروجی V_{out} را در مدار زیر رسم کنید.



35. مدار 1 را با استفاده از تقویت کننده ابزار دقیق AD622 طراحی کنید. (اتصالات سخت افزاری را بکشید) خروجی مدار 1 را وقتی $\Delta R=0$ باشد با استفاده از برگه های مشخصات پیوست بدست آورید.

اگر $7.5v > V_3 > 2.5v$ باشد، مدار 2 را طوری طراحی کنید که $5v > V_4 > 0$ شود.

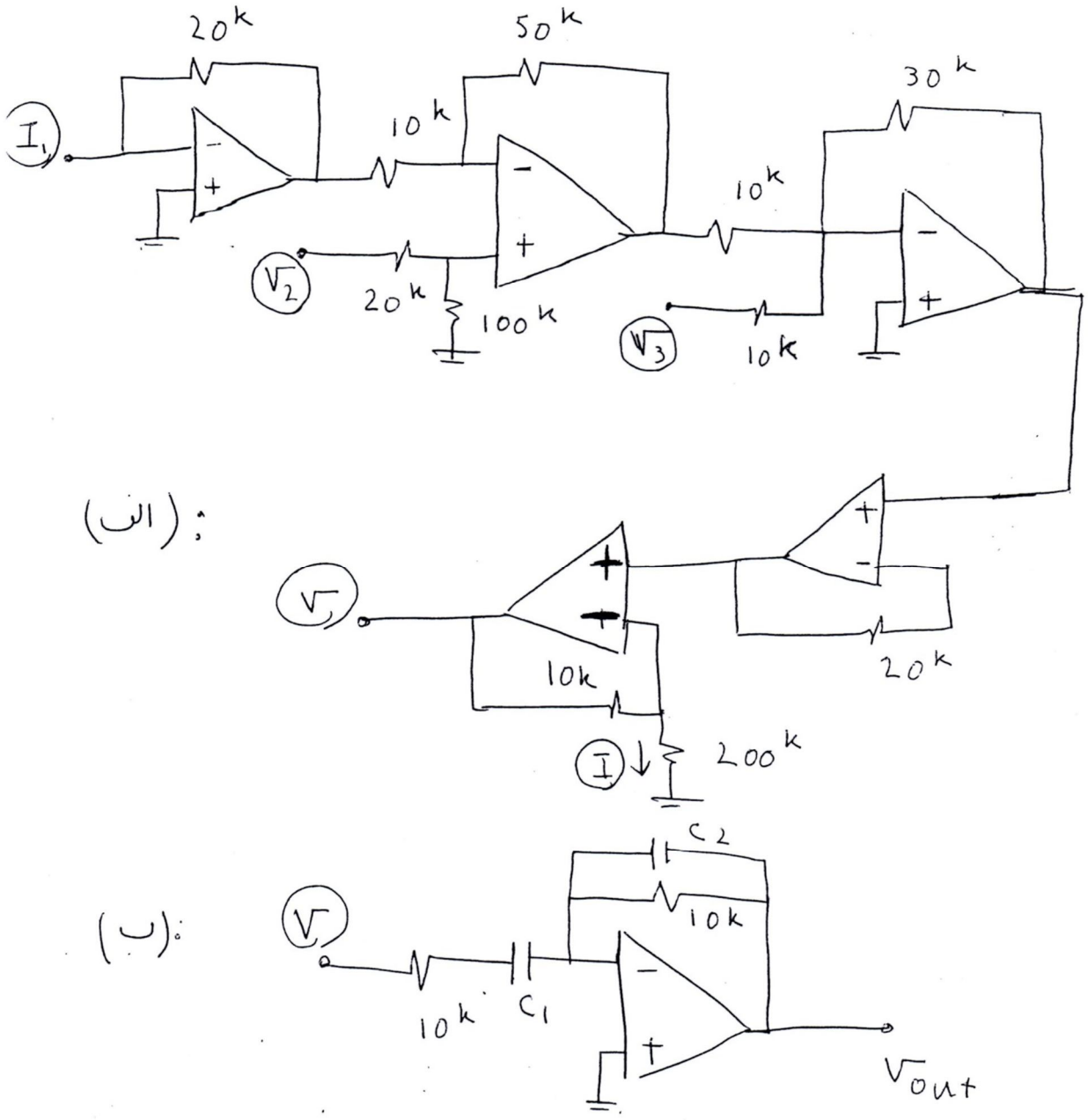


$$V_3 = 100 (V_2 - V_1)$$

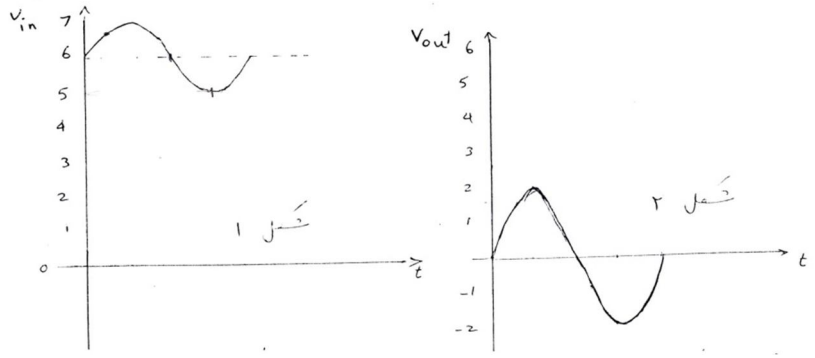
36. در مدار زیر مطلوب است:

الف) محاسبه I (جریان گذرنده از مقاومت 200k) و V به ازای سه ورودی داده شده V_3 و V_2 و I_1.

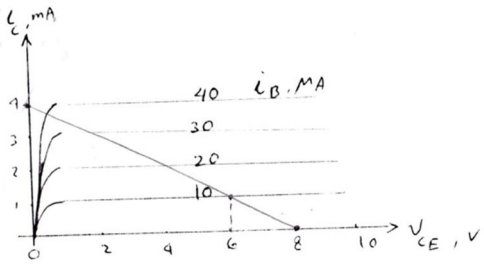
ب) حال اگر مطابق شکل، این ولتاژ V به عنوان ورودی به یک فیلتر میان گذر (BandPass) داده شود، مطلوب است تعیین ظرفیت خازن ها به گونه ای که این فیلتر تنها سیگنال های در محدوده فرکانسی 10kHz تا 100kHz را عبور دهد.



37. یک سیگنال سینوسی بر روی یک ولتاژ ثابت 6 ولتی قرار دارد. (طبق شکل 1) با استفاده از تقویت کننده جمع کننده (Summing Amplifier) مداری طراحی کنید که ولتاژ ثابت 6 ولتی را حذف کند و خروجی آن طبق شکل 2 باشد.



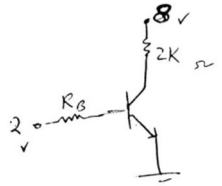
38. منحنی مشخصه ترانزیستوری مطابق شکل روبرو می باشد.



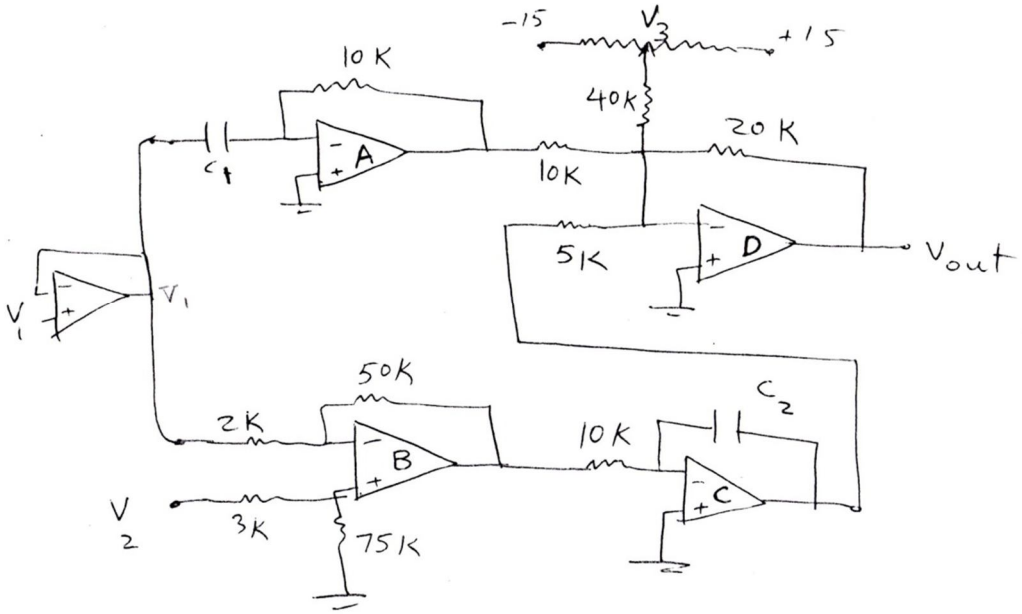
خط بار را برای مدار زیر رسم کنید.

الف) نقطه Q را در ناحیه فعال انتخاب نمایید و R_B را بدست آورید.

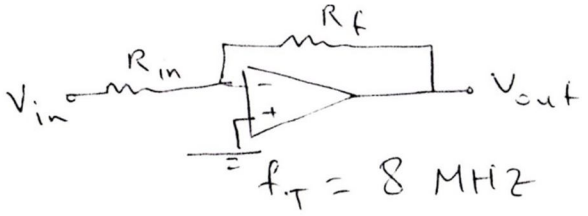
ب) نقطه Q را در ناحیه اشباع انتخاب نمایید و R_B را بدست آورید.



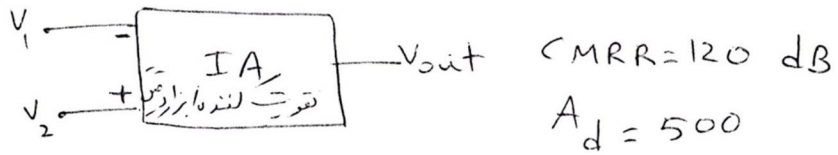
39. ولتاژ خروجی را بر حسب C_2 , C_1 , V_3 , V_2 , V_1 بدست آورید.



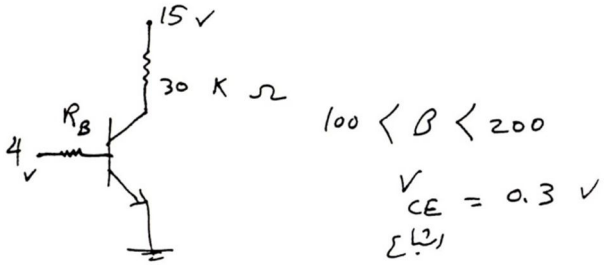
40. پهنای باند مورد نیاز برای مدار زیر 3MHz می باشد. حداکثر بهره مدار چقدر می تواند باشد؟



41. بر روی ترمینال های ورودی نویز 50 هرتز با دامنه 3mv موجود است. اگر سیگنال های ورودی $v_1 = 5mv$ و $v_2 = -8mv$ باشد، ولتاژ خروجی را بدست آورید.

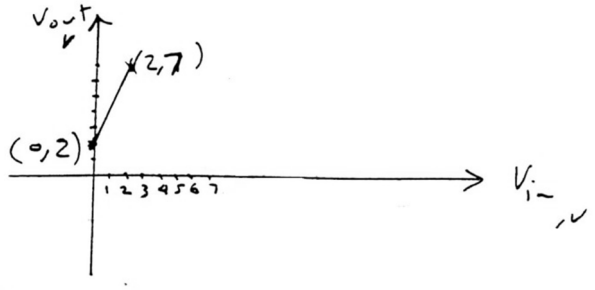


42. در مدار زیر R_B چقدر باشد تا ترانزیستور در ناحیه اشباع قرار گیرد؟



43. در تقویت کننده ابزار دقیق، اگر سیگنال مشترک $V_1=V_2=5v$ به ورودی اعمال شود، سیگنال خروجی $V_{out}=20mv$ می شود. اگر سیگنال های ورودی $V_1=40\mu v$ و $V_2=75\ \mu v$ اعمال شود، سیگنال خروجی $V_{out}=42mv$ می شود. CMRR را بدست آورید.

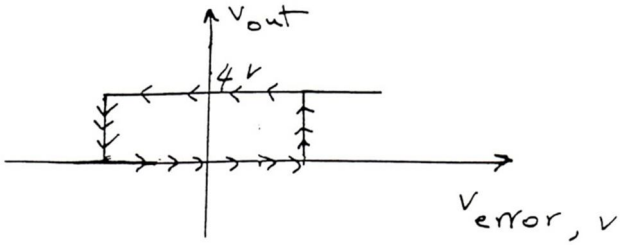
44. مداری طراحی کنید که ورودی آن V_{in} و خروجی آن V_{out} باشد.



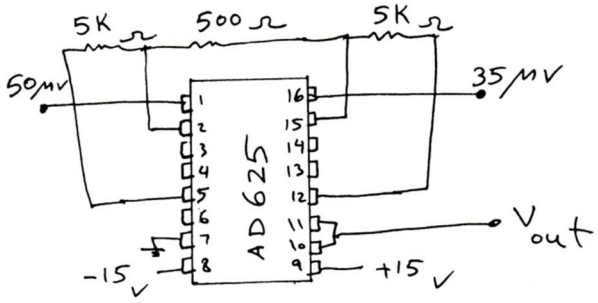
45. مدار کنترلر on/off را برای شکل زیر طراحی کنید.

Deadband = 1.4v

V_{sat}=±12v

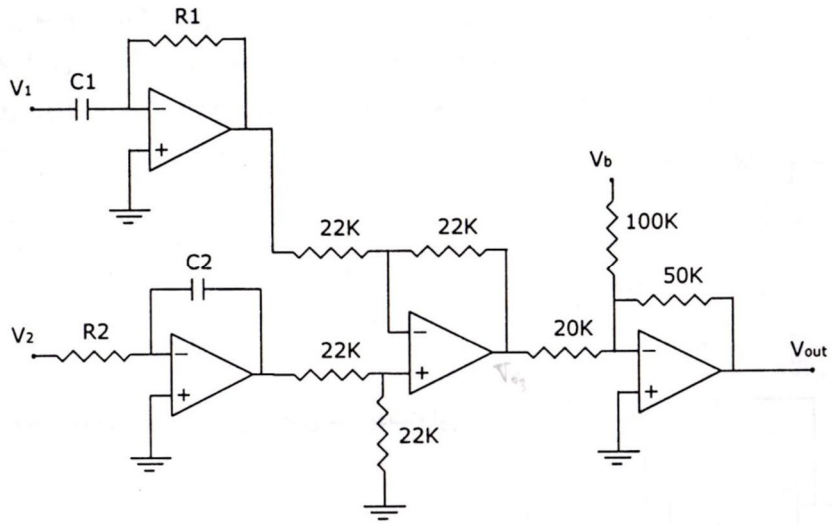


46. بر روی تقویت کننده ابزار دقیق زیر، نویز 50Hz با دامنه 15mv موجود است. با توجه به شکل، خروجی به ازای سیگنال و نویز چقدر خواهد بود؟



47. مداری طراحی کنید (به طور تقریبی) که موتور پمپ فواره آبی را در هنگام روز روشن و شب ها خاموش کند. (از هر نوع قطعه دلخواه می توانید استفاده کنید)

48. ولتاژ خروجی را بر حسب V_1 , V_2 , C_1 , C_2 , R_1 , R_2 , V_b محاسبه کنید. (نیازی به اثبات روابط نیست)



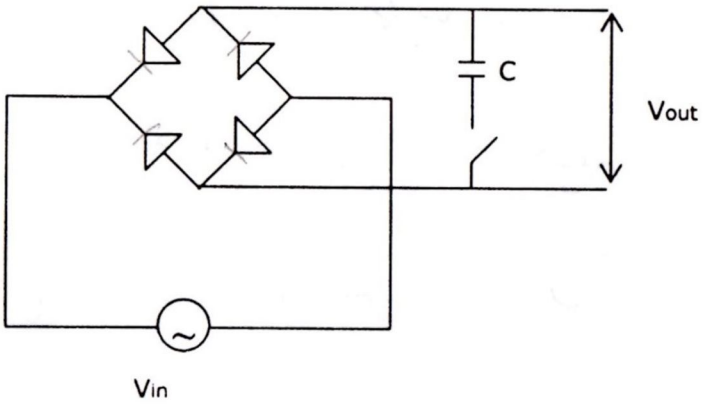
49. مدار مقابل با یک ولتاژ سینوسی تحریک می شود.

الف) نمودار ولتاژ خروجی بر حسب زمان چگونه خواهد بود؟ (رسم کنید)

ب) اگر کلید را وصل کنیم (خازن وارد مدار شود) ولتاژ خروجی تقریبا چگونه خواهد بود؟ (رسم کنید)

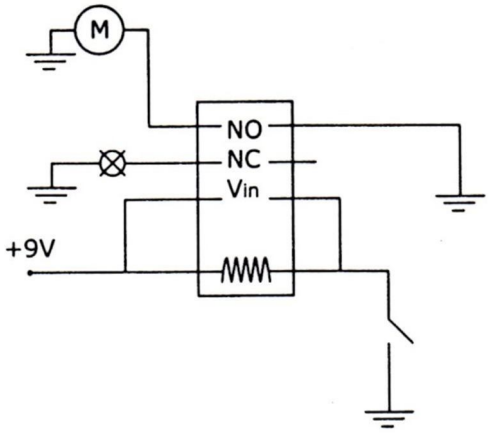
ج) برای تثبیت ولتاژ خروجی از یک قطعه الکترونیکی مناسب استفاده نموده و طرز کار آن را شرح دهید. سپس ولتاژ خروجی را بر حسب زمان رسم کنید.

(از افت ولتاژ در دیود صرف نظر کنید)

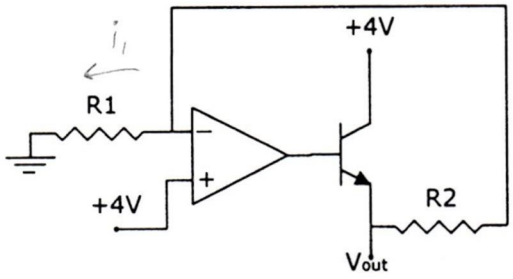


50. عملکرد مدار زیر را شرح دهید:

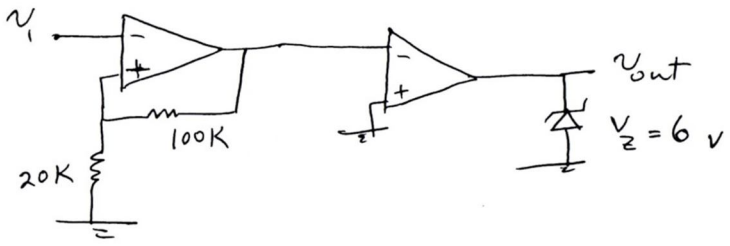
بدین منظور، عملکرد مدار را در ابتدا بعد از زدن کلید، بعد از رها کردن کلید، بعد از زدن مجدد کلید و هنگام قطع و وصل برق ورودی بررسی نموده و در مورد کاربرد مدار توضیح دهید.



51. ولتاژ خروجی را بر حسب پارامترهای مدار بدست آورید.

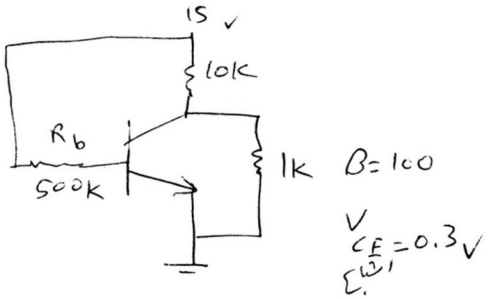


52. ولتاژ V_{out} را بر حسب V_1 رسم کنید. ولتاژ اشباع آپ امپ ها 12± ولت می باشد.

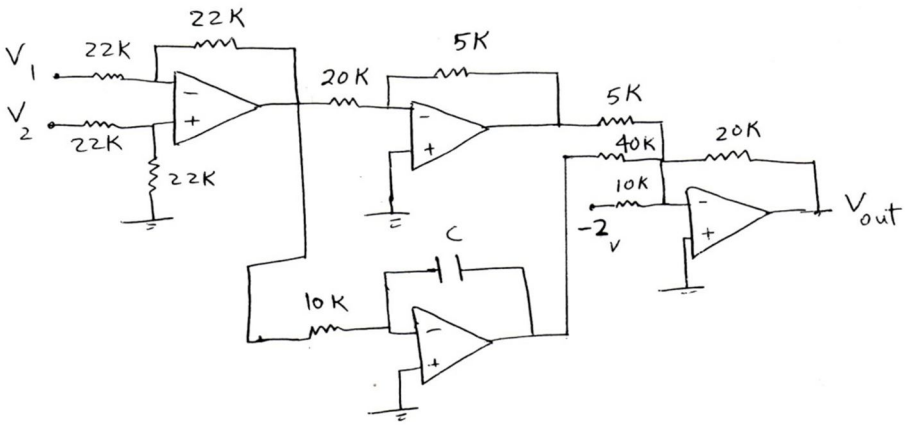


53. الف) I_C و V_C را بدست آورید.

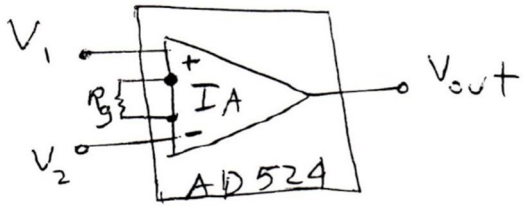
ب) مقدار R_B را تغییر دهید تا ترانزیستور در ناحیه اشباع قرار گیرد.



54. ولتاژ خروجی را بر حسب V_1 و V_2 و C بدست آورید.



55. تقویت کننده ابزار دقیق AD524 برای تقویت سیگنال ECG (سیگنال قلب) استفاده شده است. اگر بر روی ورودی V_1 سیگنال ECG با دامنه 2mv به همراه نویز 50Hz با دامنه 1mv باشد، و بر روی ورودی V_2 سیگنال ECG با دامنه 3mv- و نویز 50Hz با دامنه 1mv باشد، ولتاژ خروجی چقدر خواهد بود؟



CMRR = 100 dB $R_g = 250\Omega$ $G = \frac{40000}{R_g} + 1$

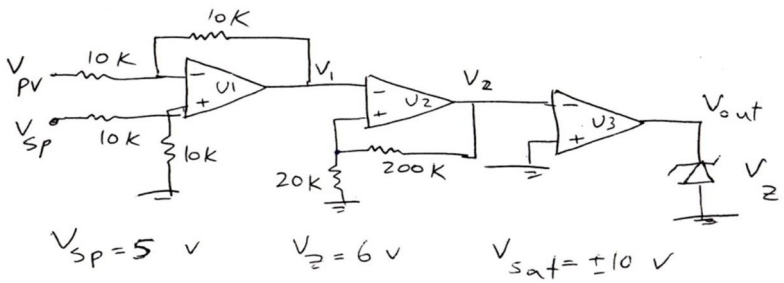
56. الف) پهنای هیسترزیس را بدست آورید.

ب) اگر $V_{pv}=3v$ باشد، V_{out} چقدر است؟

ج) اگر V_{pv} افزایش یابد و برابر $7v$ شود، V_{out} چقدر است؟

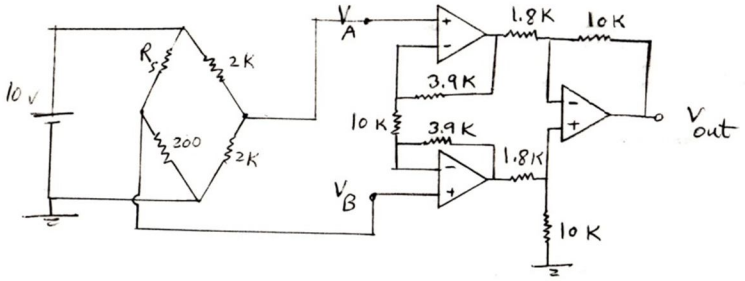
د) اگر V_{pv} کاهش یابد و برابر $5v$ شود، V_{out} چقدر است؟

ه) کاربرد این مدار چیست؟

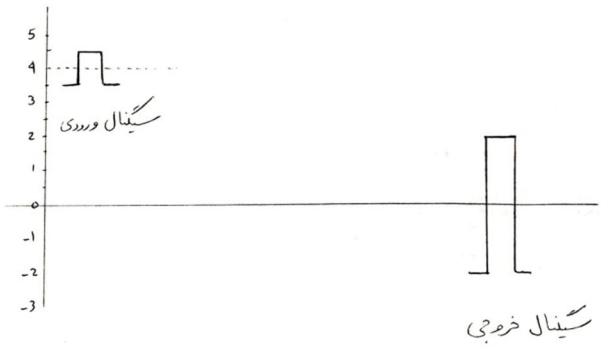


57. تقویت کننده بالا برای اندازه گیری مقاومت R_5 بکار گرفته شده است. ولتاژ خروجی را بر حسب R_5 بدست آورید.

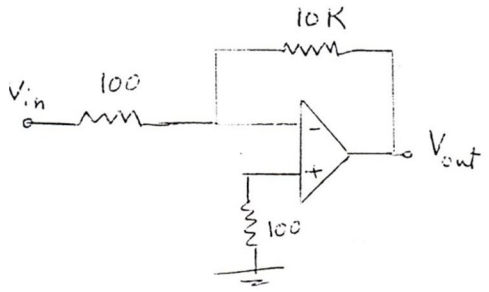
اگر ورودی های V_A و V_B را از مدار قطع کرده و ولتاژی برابر با $30mv$ به هر دوی ورودی V_A و V_B اعمال کنیم، ولتاژ خروجی اندازه گیری شده برابر با $2mv$ می شود. CMRR را بدست آورید.



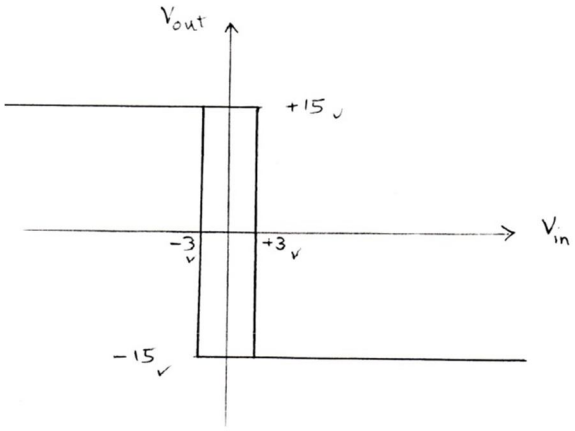
58. سیگنالی بر روی یک ولتاژ ثابت 4 ولتی قرار دارد. مداری طراحی کنید که ولتاژ ثابت 4 ولتی را حذف کند و خروجی آن مطابق شکل باشد.



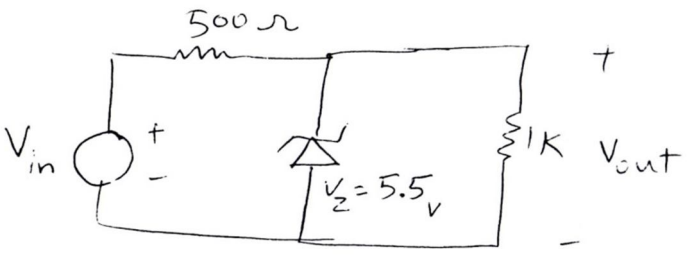
59. در تقویت کننده روبرو از آپ امپ LF356A استفاده شده است. با استفاده از مشخصات این آپ امپ Bandwidth مدار زیر را بدست آورید. (از مقدار حداقل استفاده کنید.)



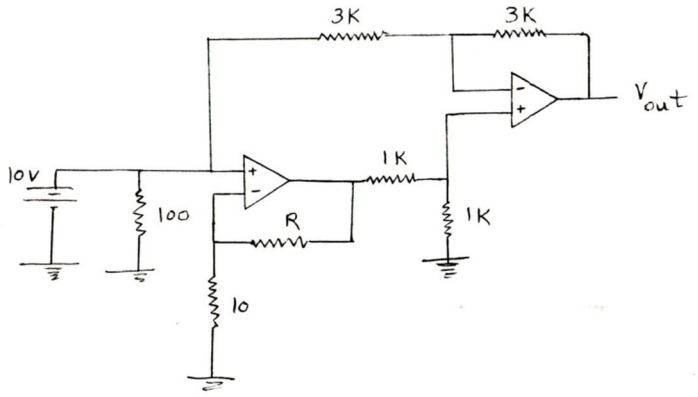
60. مداری طراحی کنید که ولتاژ خروجی نسبت به ورودی به شکل زیر باشد. نام این مدار چیست؟ دلیل استفاده از این مدار را توضیح دهید. (ولتاژ اشباع تقویت کننده عملیاتی ±15v می باشد.)



61. در مدار زیر $6.5v < V_{in} < 8.5v$ متغیر می باشد. V_{out} چقدر است؟

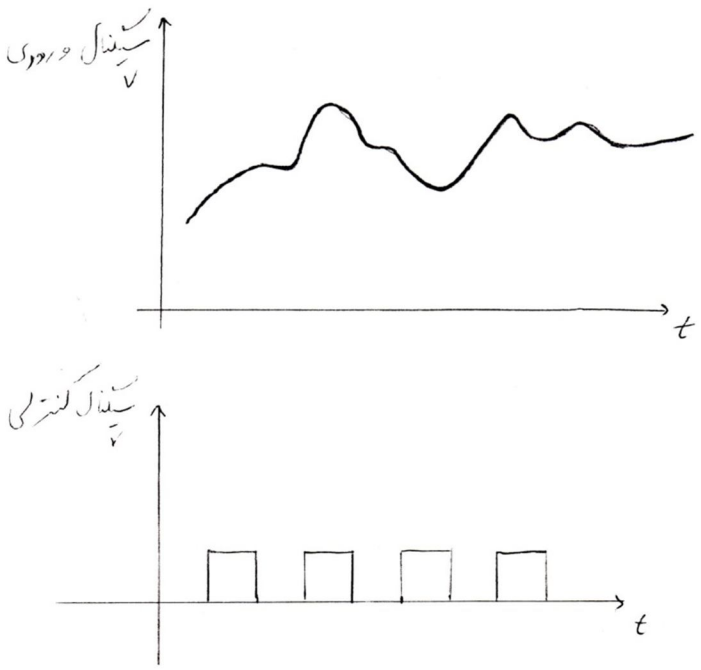


62. ولتاژ خروجی را بر حسب R بدست آوردید.

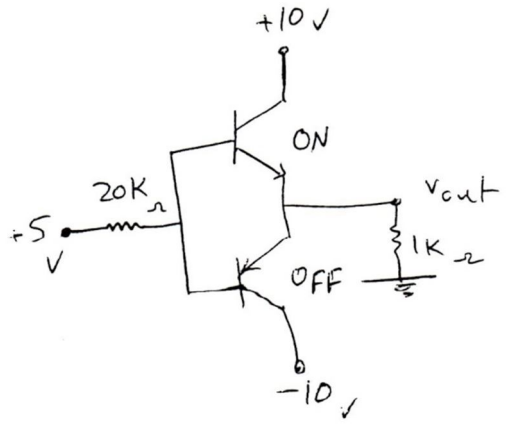


63. با استفاده از رله، ترانزیستور و سنسور نوری، مداری طراحی کنید که روشن/خاموش شدن یک موتور را کنترل کند. (با تابیدن نور روشن و در تاریکی خاموش باشد.)

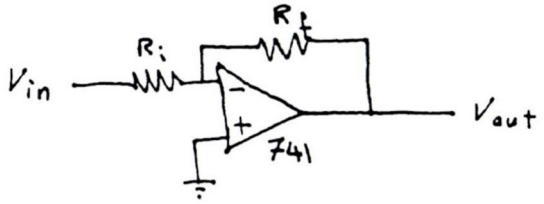
64. مدار S/H (Sample and Hold) را بکشید و اگر سیگنال ورودی به S/H و سیگنال کنترلی مانند شکل زیر باشد، سیگنال خروجی را رسم کنید.



65. در مدار زیر V_{out} را بدست آورید. (β=100)



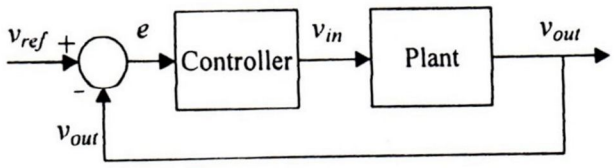
66. اگر محدوده فرکانسی V_{in} بین 200Hz و 700kHz باشد، حداکثر بهره مدار چقدر خواهد بود؟



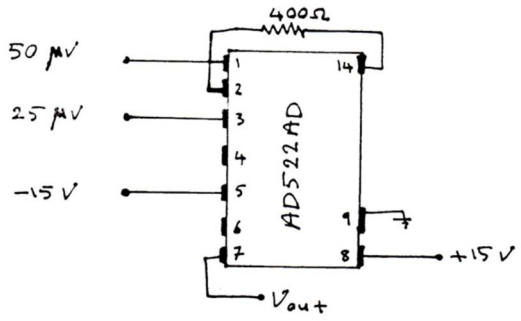
67. در شکل زیر، مدار کنترلر (Controller) را با استفاده از هر تعداد آپ امپ مورد نیاز طراحی نمایید.

$$V_{in} = K_p e + K_i \int e\, dt + K_d \frac{de}{dt}$$

$$e = v_{ref} - v_{out}$$



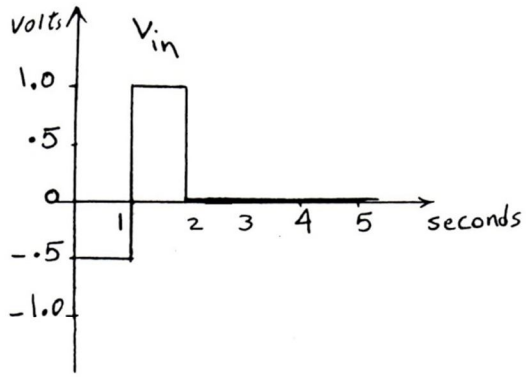
68. بر روی ترمینال های تقویت کننده ابزار دقیق زیر، نویز 50Hz با دامنه 10mv موجود است. با توجه به شکل، خروجی به ازای سیگنال و نویز چقدر خواهد بود؟



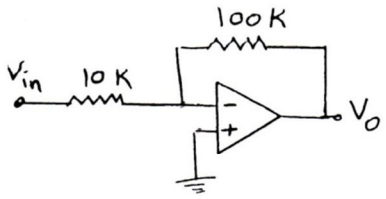
69. خروجی مدارهای زیر را بکشید.

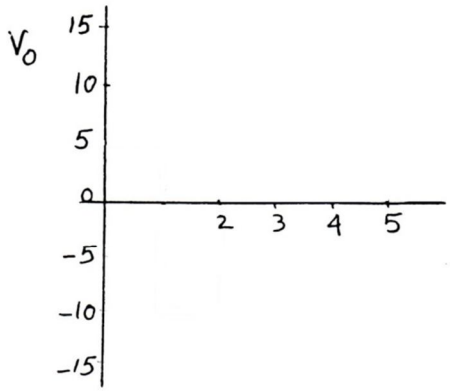
حدود ولتاژ ورودی مدار a که تقویت کننده را اشباع نکند چیست؟

ولتاژ اشباع= ±12v

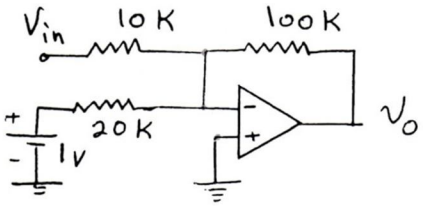


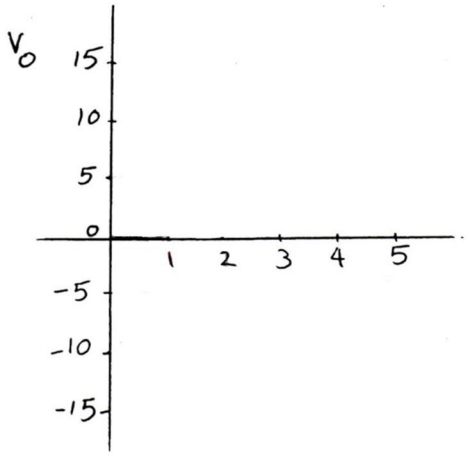
(a)



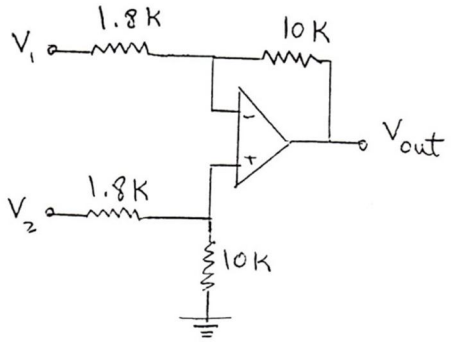


(b)





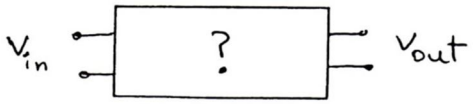
70. در تقویت کننده دیفرانسیلی روبرو از آپ امپ TL062M استفاده شده است. با استفاده از مشخصات این آپ امپ G_{cm} (Common Mode Gain) را بدست آورید. (از مقدار حداقل استفاده کنید.)



71. برای تعیین مدار درون یک جعبه سرپوشیده، تستی بر روی این جعبه انجام گرفته است که نتایج آن در زیر نوشته شده است. منحنی Frequency Response Curve را رسم کنید.

الف) ثابت زمانی چیست؟

ب) نام این مدار چیست؟

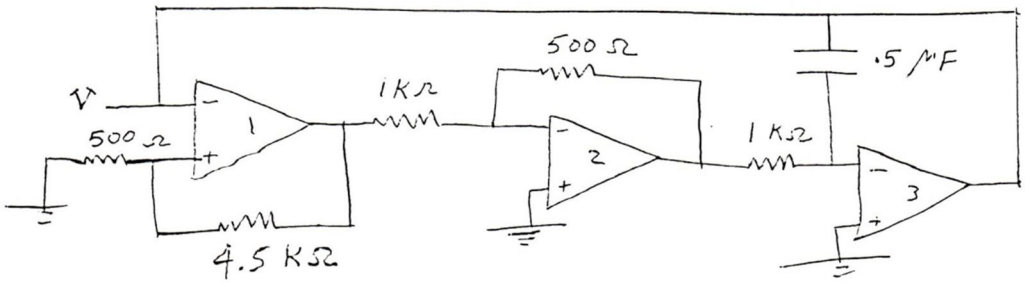


f , Hz	1	3	10	30	100	300	1000	3000	10000
V_{in} (V)	3.5	3.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9	1.8
V_{out} (V)	0.007	0.017	0.053	0.14	0.41	1.1	1.9	1.9	1.8

72. یک منبع ولتاژ نوسانی 7 تا 8 ولتی در دسترس می باشد. مدار تقریبی یک رگولاتور ولتاژ 6 ولتی را با استفاده از یک دیود زنر رسم کنید.

73. در مدار زیر V را نسبت به زمان رسم کنید. (زمان ها و ولتاژها را مشخص کنید.)

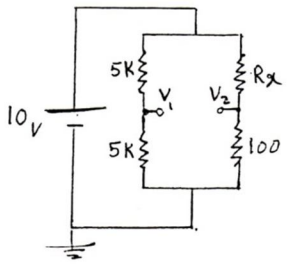
ولتاژ اشباع تقویت کننده های عملیاتی ±15v می باشد.

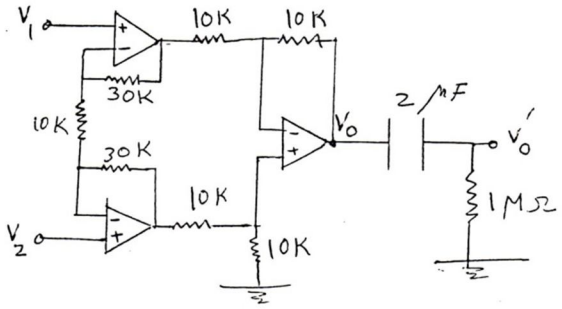


74. در مدار زیر:

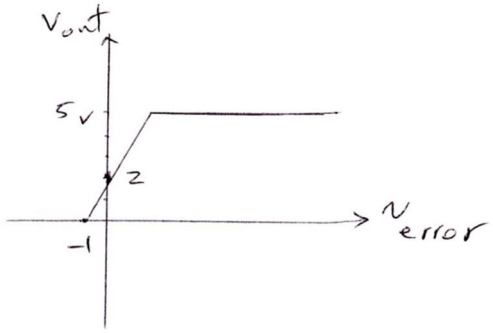
الف) ولتاژ خروجی V_o را بر حسب R_x بدست آورید. (از فرمول ها می توانید استفاده کنید.)

ب) نوع فیلتر خروجی را مشخص کنید و f_{3db} آن را بدست آورید.





75. کنترلر تناسبی زیر را طراحی کنید.



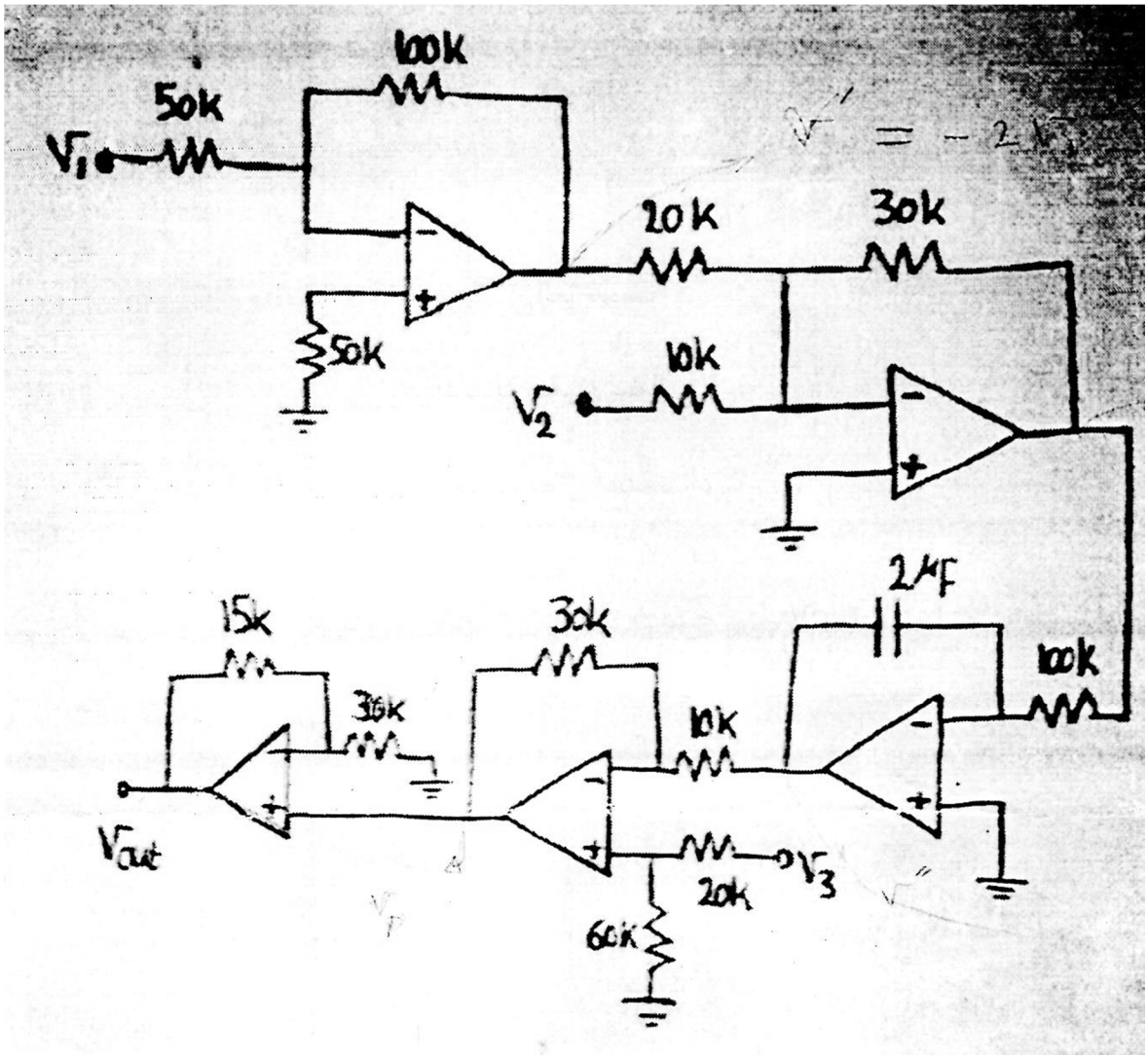
76. فیلتر میان گذر (Bandpass) طراحی کنید که سیگنال های 8 تا 13 هرتز را عبور دهد.

77. تقویت کننده ای با بهره مثبت 20 مورد نیاز می باشد. اگر از آپ امپی که دارای GBP=5MHz باشد استفاده کنیم، پهنای باند مدار بدست آمده چقدر خواهد بود؟

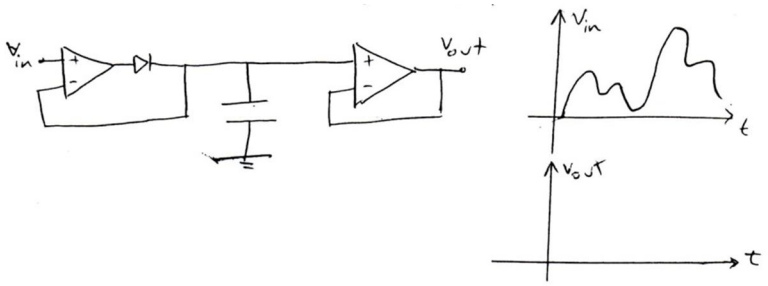
78. مداری طراحی کنید که با گرفتن V_1 , V_2 , V_3 , V_4 به عنوان ورودی، سیگنال خروجی زیر را تولید کند:

$$Vout=S \times V1+2 \times (V2)-(4/S) \times V4 - 3 \times V4$$

79. با توجه به مدار زیر V_{out} را بر حسب V_1 , V_2 , V_3 محاسبه کنید.



80. سیگنال خروجی را رسم کنید. نام این مدار چیست؟



81. عملکرد مدار زیر را شرح دهید:

بدین منظور عملکرد مدار را

الف) در ابتدا

ب) بعد از زدن کلید

ج) بعد از رها کردن کلید

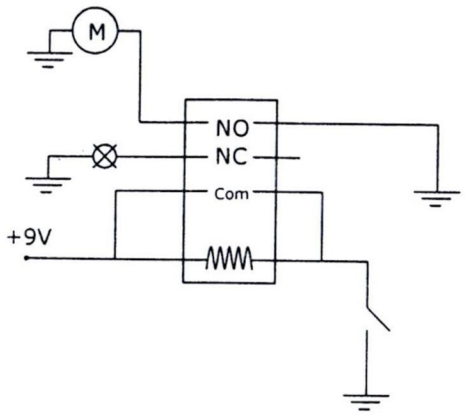
د) بعد از زدن مجدد کلید

ه) هنگام قطع و وصل برق ورودی

بررسی نمایید.

در مورد کاربرد مدار توضیح دهید.

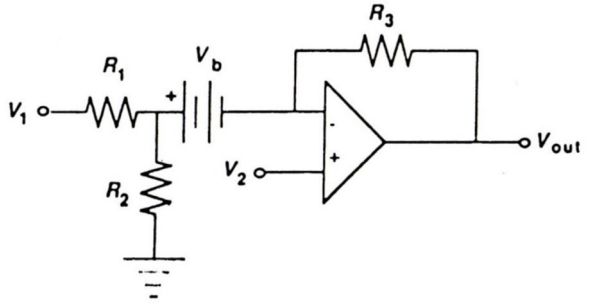
کلیدی به این مدار اضافه کنید که بتوان به وسیله آن موتور را خاموش کرد.



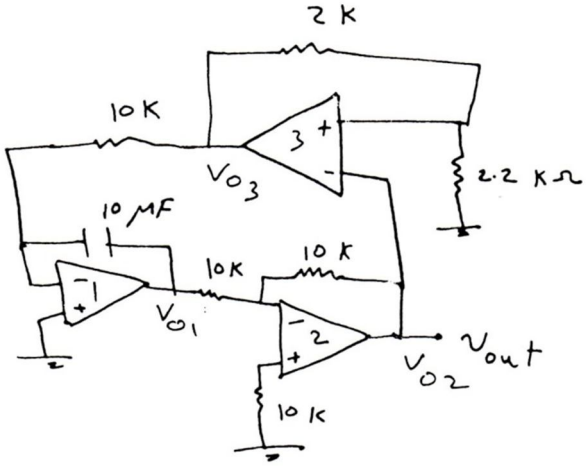
82. الف) مداری توسط یک ترانزیستور طراحی کنید که مانند یک منبع جریان ثابت 2mA عمل کند. توسط این مدار می خواهیم یک بار که مقاومت اهمی آن بین 1.2k تا 3.3k تغییر می کند را با جریان ثابت تغذیه کنیم. (راهنمایی: سعی کنید در حد بالا و پایین مقاومت بار، توسط بقیه المان های مدار، ترانزیستور را همواره در حالت فعال نگه دارید. تنها منابع ولتاژ در دسترس می باشد.)

ب) مداری توسط یک ترانزیستور طراحی کنید که مانند یک کلید عمل کند. مقاومت اهمی باری که توسط کلید خاموش و روشن می شود بین 1.2k تا 3.3k تغییر می کند. سیگنال قطع و وصل کلید به ترتیب 0 و 2 ولت می باشد. (راهنمایی: ترانزیستور باید در حالت اشباع باشد.)

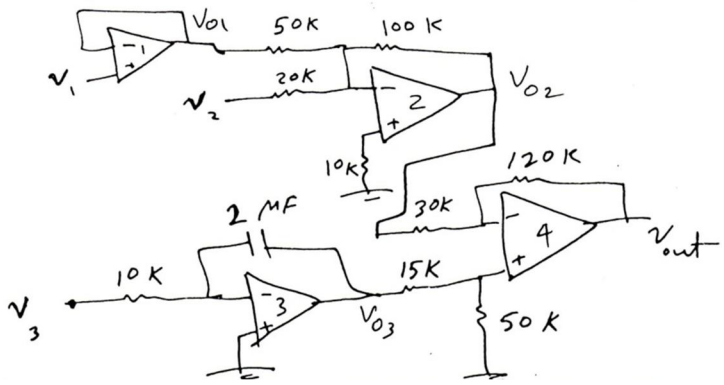
83. در مدار شکل زیر V_{out} را بر حسب R_3 , R_2 , R_1 , V_b , V_2 , V_1 بدست آورید.



84. V_{out} را نسبت به زمان رسم کنید. خازن در لحظه t=0 بدون شارژ می باشد. ولتاژ خروجی اشباع برای آپ امپ ها ±15v است.

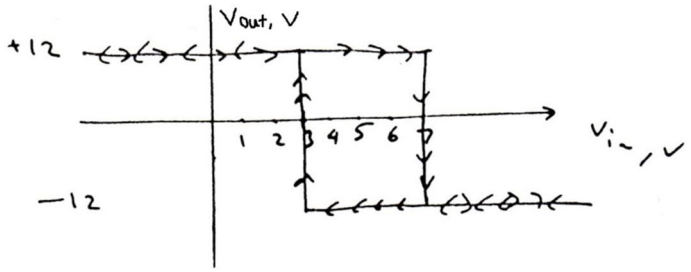


85. V_{out} را بر حسب V_1 , V_2 , V_3 بدست آورید.



86. مدار مقابل را طراحی کنید.

ولتاژ اشباع آپ امپ = ±12v



87. در دو مدار زیر، Vout را بدست آورید.