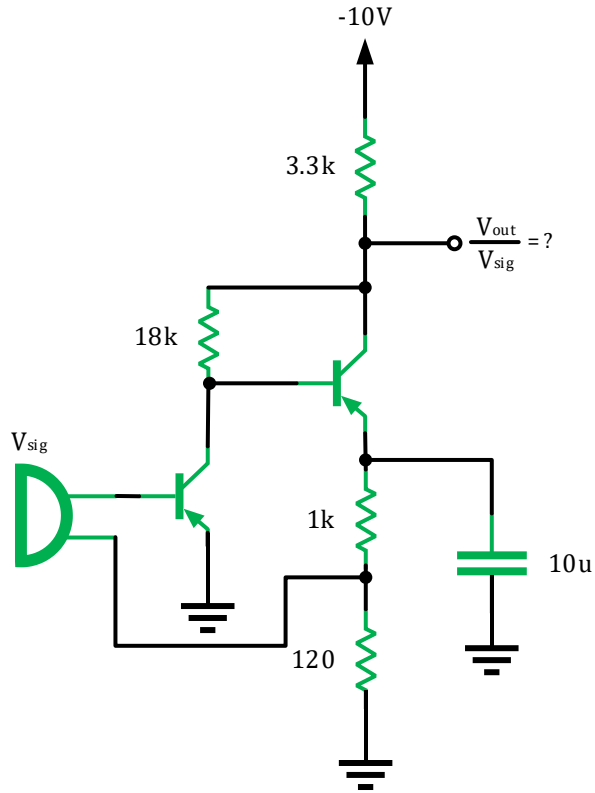
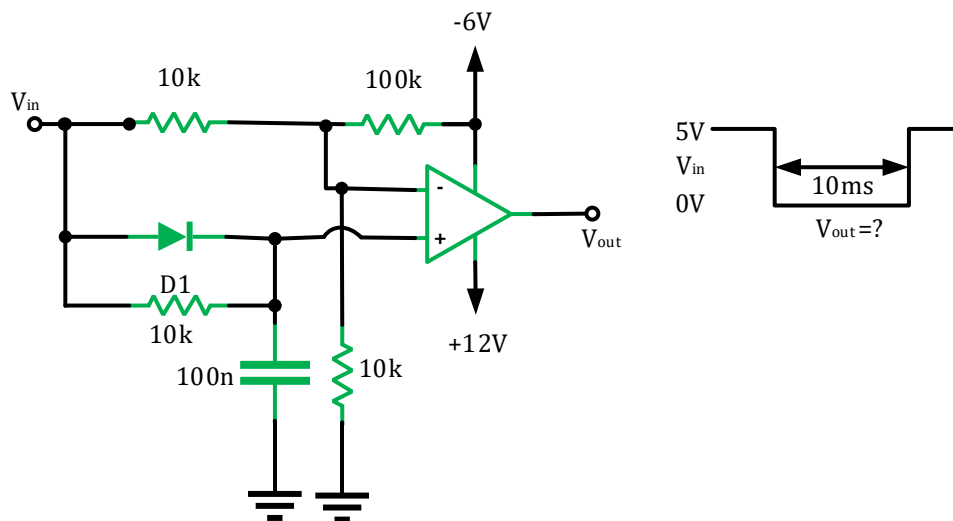


## Аналог электроник

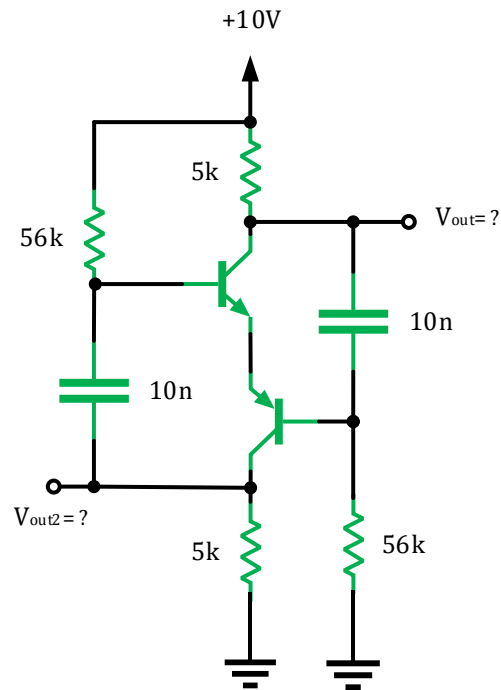
1. Микрофоны өсгүүрийн хүчдэл өсгөлтийн коэффициентыг тодорхойлно уу. Транзисторууд нь ижил бөгөөд тус бүр гүйдлийг 200 дахин өсгөдөг. Мөн ажлын давтамжийн мужид багтаамжийн эсэргүүцэл тооцогдохгүй.



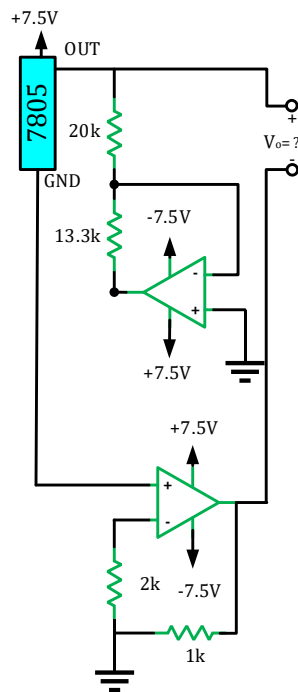
2. Дохио хэлбэржүүлэгч энэ хэлхээний оролтонд 10 ms урттай импульс өгөгдсөн бол гаралтын импульсийн уртыг тодорхойл. Үйлдлийн өсгүүр болон диодыг төгс гэж үзнэ үү.



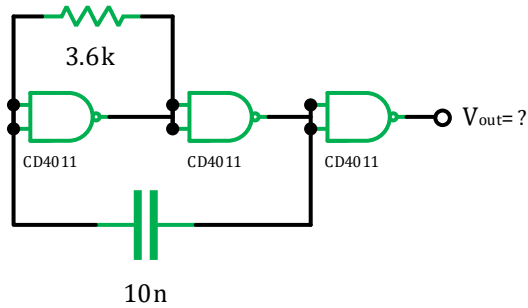
3. Дараах дохионы генераторын  $V_{out1}$ ,  $V_{out2}$  гаралтууд дээрх дохионы хугацааны диаграммыг зурж, давтамжийг нь бодно уу? Транзисторын гүйдэл өсгөлтийн коэффициент 100.



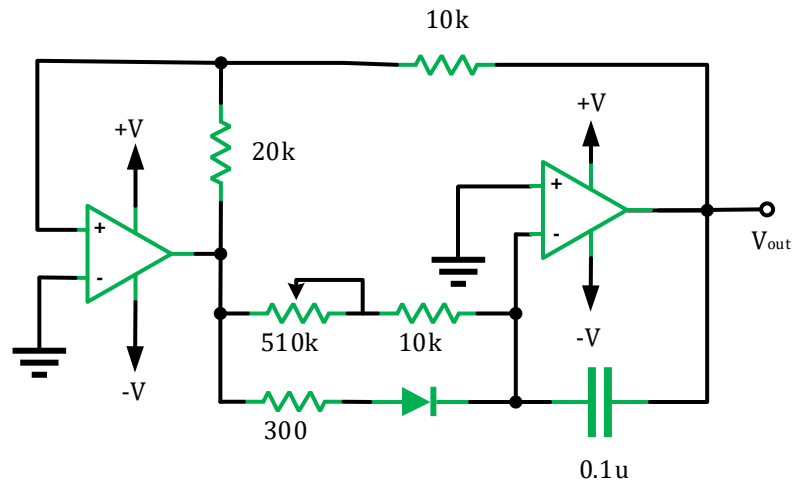
- 4.



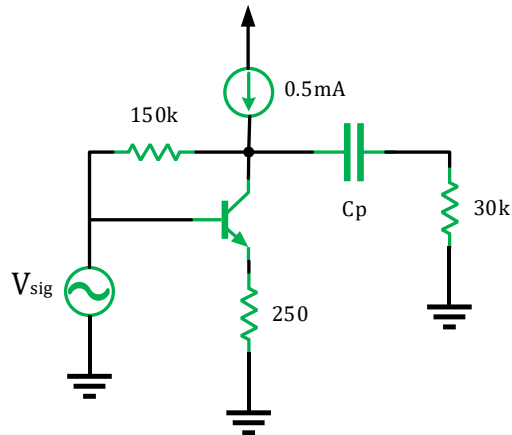
5. Энэхүү дохионы генераторын давтамжийг тодорхойлох тэгшитгэлийн гаргалгаа хийнэ үү?



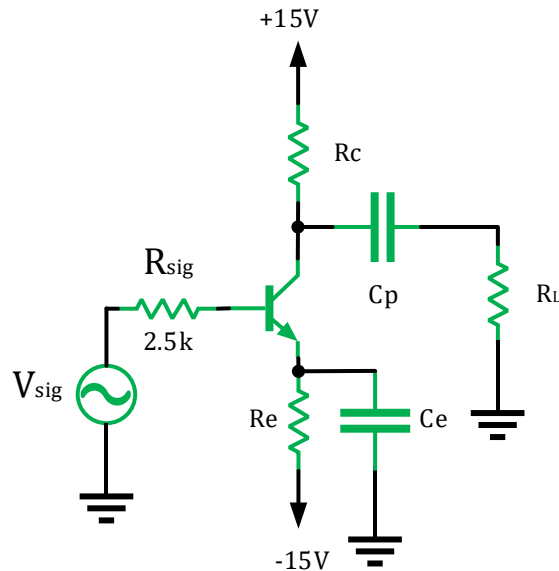
6. Генераторын хэлхээнд төгс үйлдлийн өсгүүр болон диод ашигласан бол гаралтын дохионы давтамжийн цагааг тодорхойлж хугацааны диаграммыг зурна уу?



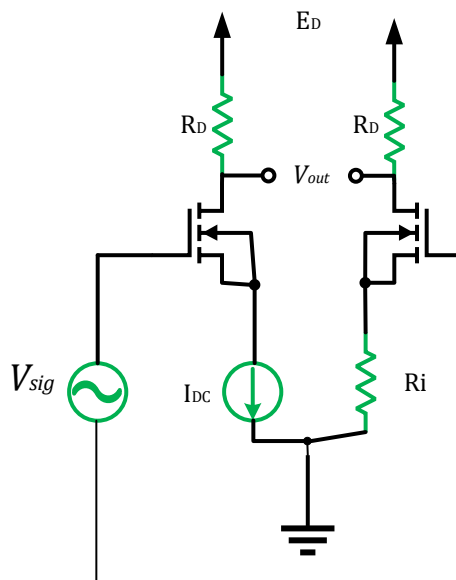
7. Транзисторын  $h_{FE}=100$  бол доорх өсгүүрийн коллекторын тогтмол гүйдэл болон коллектор эмиттерийн тогтмол хүчдэлийг ол. Өсгүүрийн өсгөлтийн коэффициент хэд байх вэ? Өсгүүрийн ажлын давтамжийн мужид багтаамжийн эсэргүүцэл тооцогдохгүй.



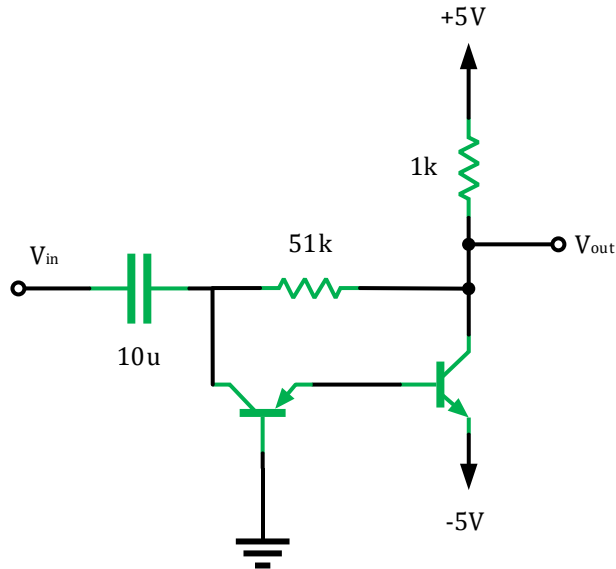
8. Өсгүүрийн транзисторын  $h_{FE}=100$ ,  $V_A=100$  бөгөөд ачааллын эсэргүүцэл  $R_L=10k$  гэж өгөгдөв. Хэрэв өсгүүрийн эмиттерийн тогтмол гүйдэл  $I_{e,DC}=0.5mA$  бол энэ гүйдлийг хангах  $R_e$  эсэргүүцлийг ол. Хэрэв Транзисторын коллекторын потенциал  $+5V$  бол коллекторын эсэргүүцэл хэд байх вэ? Энэ өсгүүр оролтонд  $R_{sig}$  дотоод эсэргүүцэлтэй,  $V_{sig}$  хувьсах дохионы үүсгүүр холбосон бол оролтын дохиог хэд дахин өсгөх вэ? Өсгүүрийн ажлын давтамжийн мужид багтаамжийн эсэргүүцэл үл тооцогдоно гэж үз.



9. Өсгүүрийн транзисторууд ижил бөгөөд  $V_{gs,dc}=1.6V$ ,  $V_T=0.9V$ ,  $E_D=15V$ ,  $R_D=5.6k$ ,  $R_i=20k$ ,  $I_{DC}=1mA$ .  $V_{out}$ -г ол.

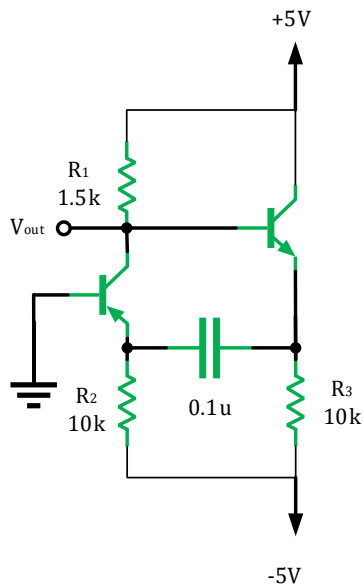


10. Транзисторуудын гүйдэл өсөлтийн коэффициент  $\beta_1 = \beta_2 = 150$  бол өсгүүрийн өсөлтийг тодорхойл.

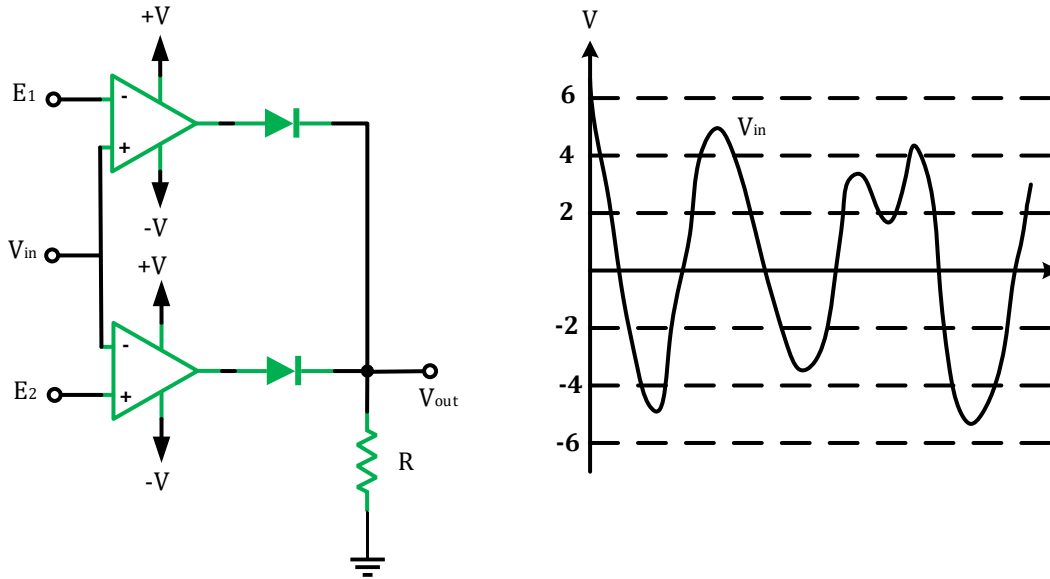


11. Үйлдлийн өсгүүр ашиглан 8 битийн BCD DAC-ийн хэлхээ зохио. DAC-ийн оролтонд 00-99 хүртэл утга өгөхөд 0.0-9.9V хүчдэл гаралтанд үүсэх ёстой бөгөөд оролтын логик өгөгдлийн хүчдэлийн төвшин 0V ба 5V байна.

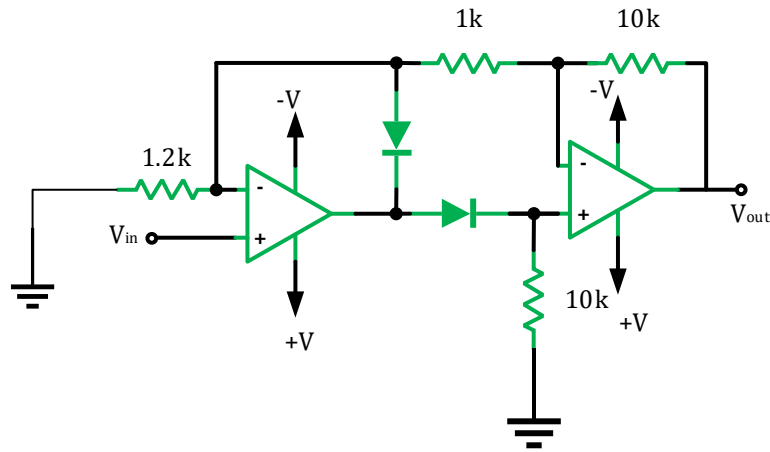
12. Дараах транзисторан хэлхээний зорилгыг тодорхойлж,  $V_{out}$  дохионы параметрийг олж, хугцааны диаграммыг байгуул. Транзисторууд ижил бөгөөд  $\beta = 180$ .



13. Доорх хэлхээний  $E_1 = +2V, E_2 = -2V$  бол  $V_{out}$  дохионы хугацааны диаграммыг байгуул.

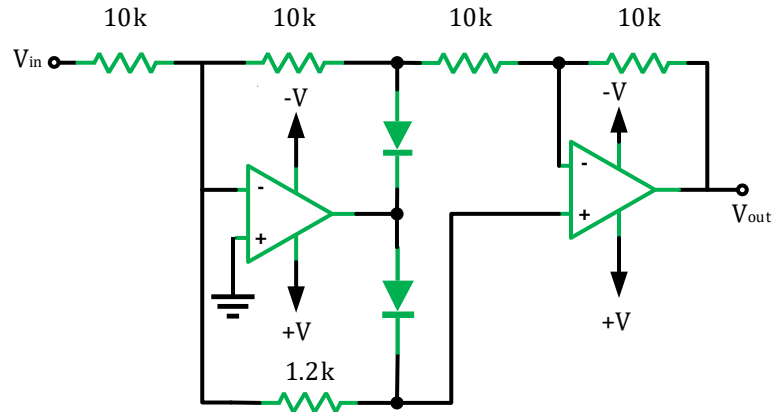


14. Доорх хэлхээний  $V_{out}/V_{in}$  хамаарлыг тодорхойл.

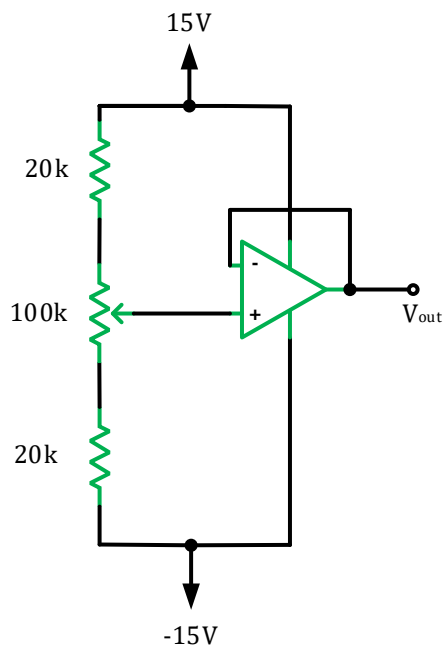


15. 
$$V_{in} \begin{cases} \frac{4V}{T}t & 0 < t < \frac{T}{4} \\ \frac{-4V}{T}\left(t - \frac{T}{4}\right) + V & \frac{T}{4} < t < \frac{3T}{4} \\ \frac{4V}{T}\left(t - \frac{3T}{4}\right) - V & \frac{3T}{4} < t < T \end{cases}$$

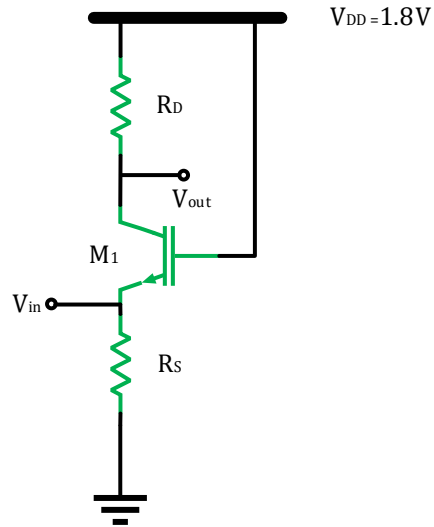
Хуулиар өөрчлөгдөх дохиог хэлхээний оролтонд өгсөн бол  $V_{out}$  дохиог тодорхойлж, хугацааны диаграммыг нь байгуул.



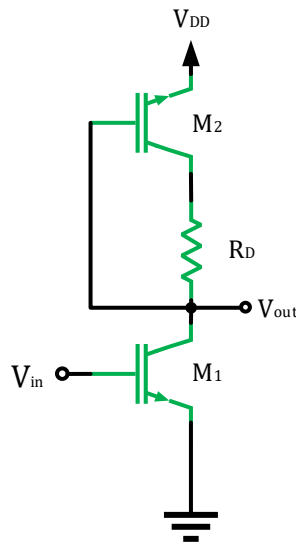
16. Дараах хэлхээний гаралтын хүчдэлийн өөрчлөгдөх царааг ол. Мөн потенциометр нь 20 эргэдэг бол эргэлт бүрд харгалзах гаралтын хүчдэлийн өөрчлөлтийн хэмжээг ол.



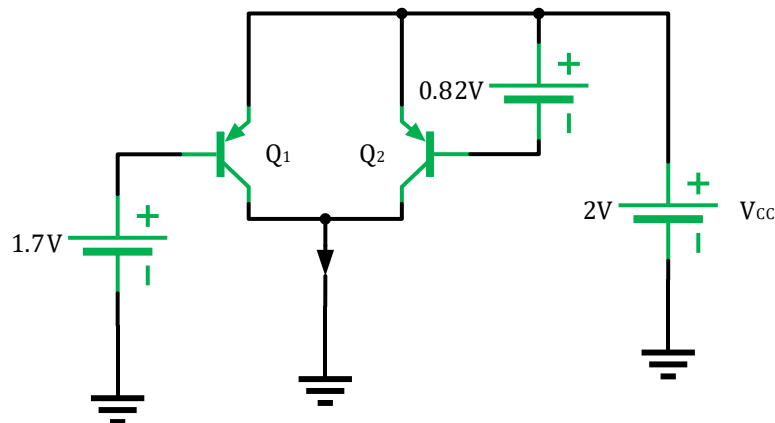
17. Дараах хэлхээний хүчдэл өсгөлтийн коэффициент нь 4 ба оролтын хүчдлийн 100 mV утганд  $M_1$  нь триодын горимоос гарах бол түүний чадлыг 2mW гэж тооцон эсэргүүцлүүдийн хэмжээг тодорхойл.



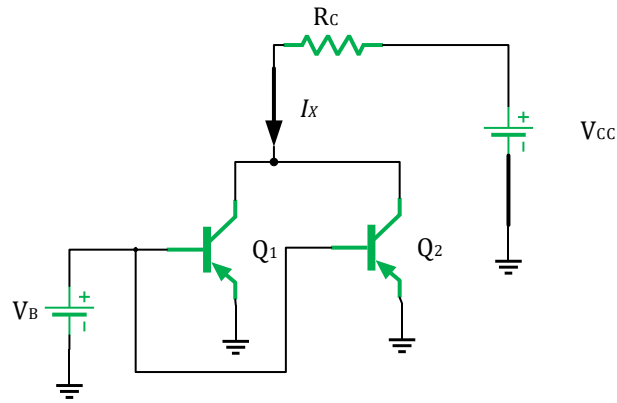
18. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний хүчдэл өсгөлтийн коэффициентыг тодорхойл. Транзисторын сувгийн өргөний модуляцийн коэффициент нь 0-ээс ялгаатай гэж тооцно.



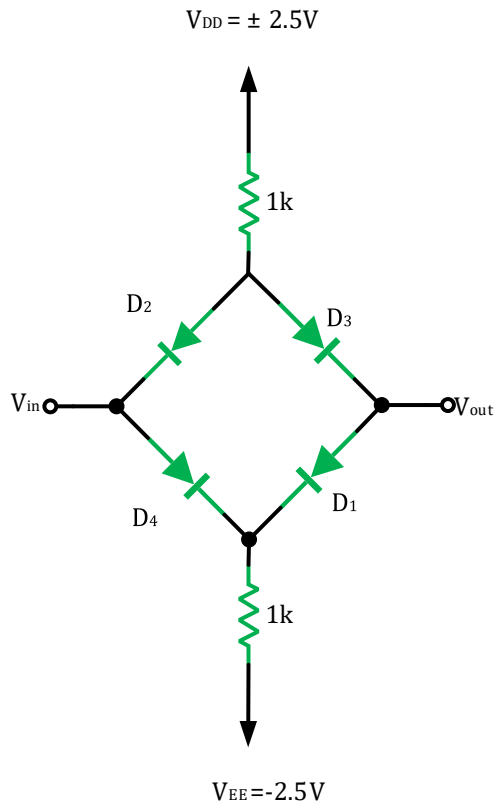
19. Дараах хэлхээний  $I_{S1}=3I_{S2}=6 \cdot 10^{-16}$  А бол  $I_X$  гүйдлийн хэмжээг тодорхойл.



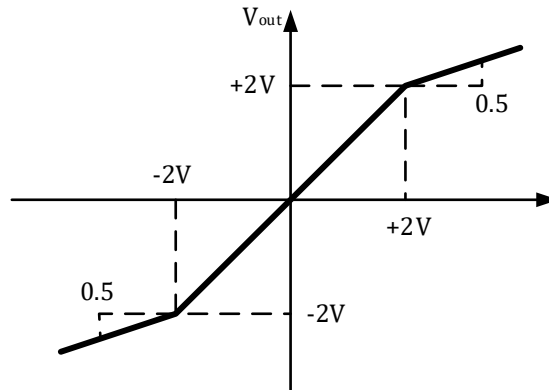
20. Дараах хэлхээний транзисторуудын ханалтын гүйдэл  $I_{S1}=2I_{S2}=5 \times 10^{-16} \text{A}$  бол  $I_X=1.2 \text{mA}$  байлгах  $V_B$  хүчдэлийн утгыг тодорхойл. Транзистор идэвхтэй горимд ажиллаж байгаа бол  $R_C$  эсэргүүцэл ямар утгатай байх вэ?



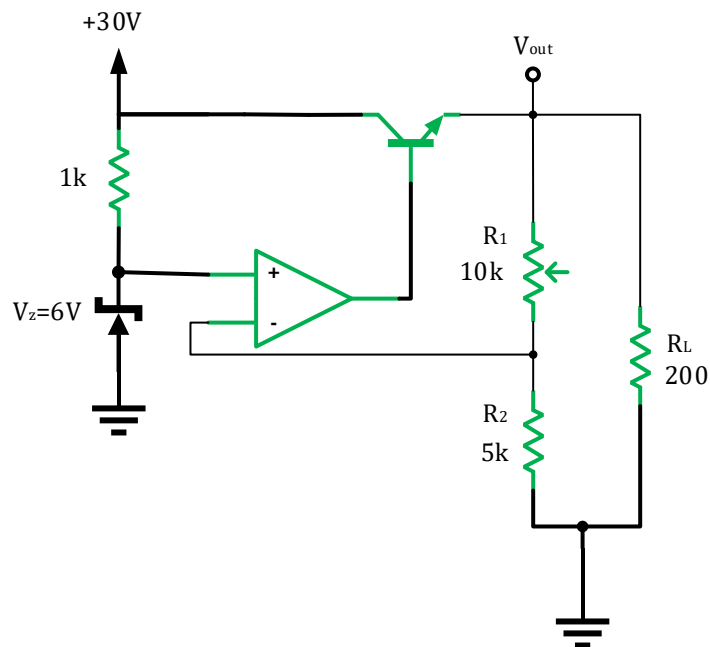
21. Дараах зурагт үзүүлсэн хэлхээний дамжууллын характеристикикийг  $-2V < V_{in} < +2V$  завсарт зурж,  $|V_{in} - V_{out}| < 5 \text{mV}$  үеийн оролтын хүчдэлийн хамгийн их утгыг тодорхойл.



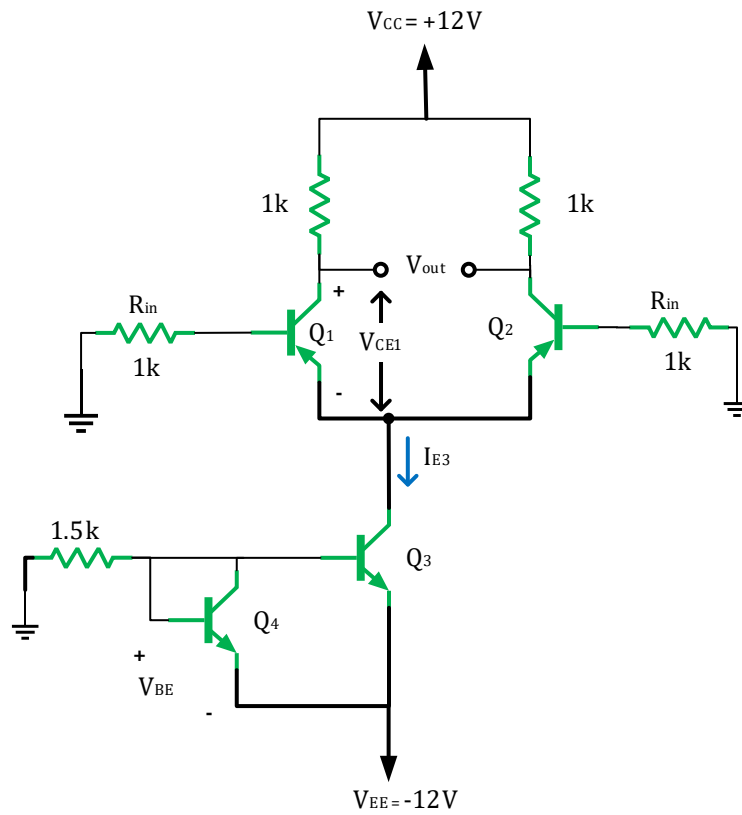
22. Зурагт үзүүлсэн дамжууллын характеристикийн дагуу ажиллах хэлхээг  $1\text{k}\Omega$  эсэргүүцэл болон идеаль диод ашиглан зохио.



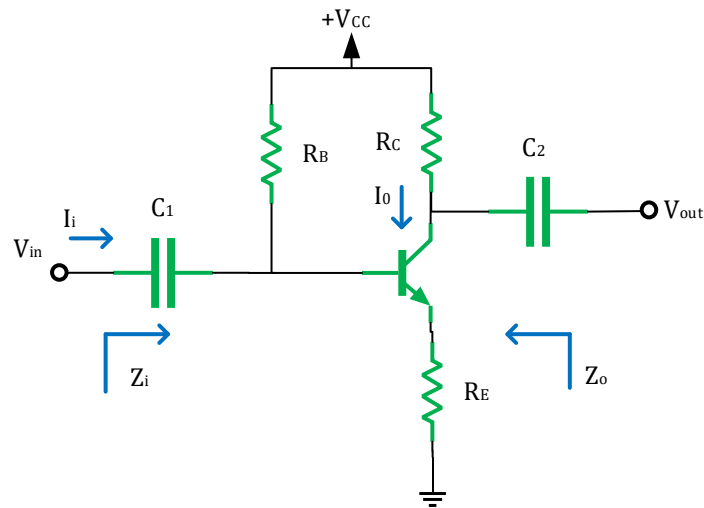
23. Зураг дээрх хүчдэл тогтворжуулагч хэлхээний  $R_1$  өөрчлөлтөөр гаралтын хүчдэлийн хамгийн их, бага утгыг тодорхойл. Мөн  $R_1$  хамгийн их утгатай байх үеийн транзистор дээр сарних чадлыг ол.



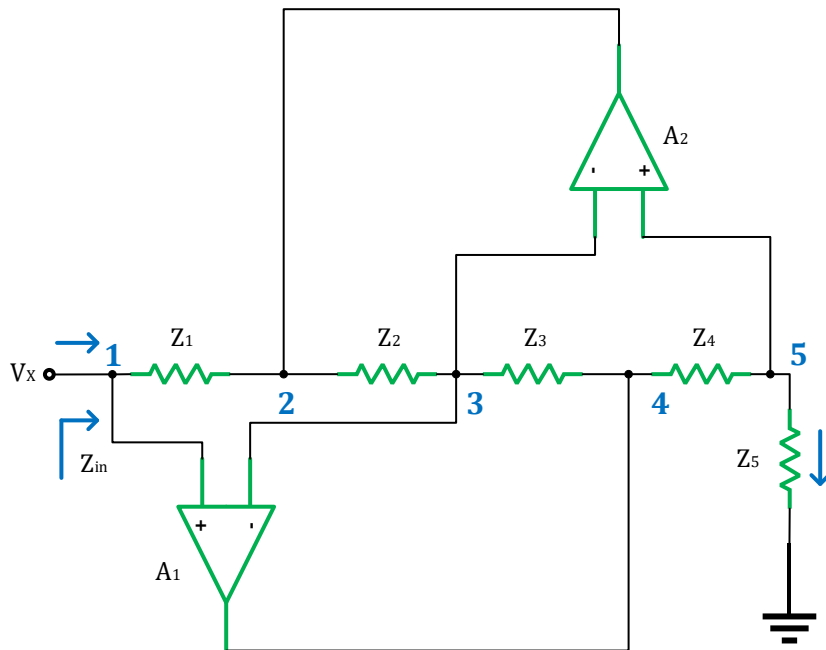
24. Дараах зурагт үзүүлсэн хэлхээний  $I_{E3}$ ,  $V_{CE1}$  тодорхойл.



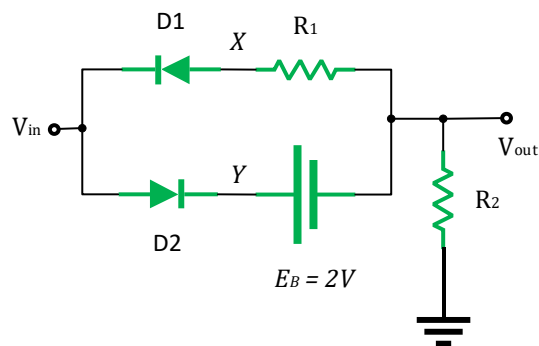
25. Дараах зурагт үзүүлсэн хэлхээний  $A_I$ ,  $A_V$  параметруудийг  $r_e$  model ашиглан тодорхойл.



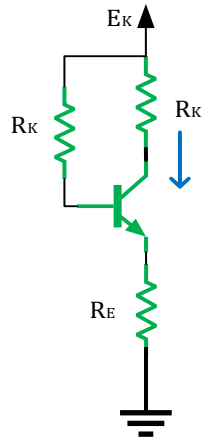
26. Зураг дээрх хэлхээний оролтын бүрэн эсэргүүцэл  $Z_{in}$ -ийг  $Z_1$ - $Z_5$  хамааруулан тодорхойл.



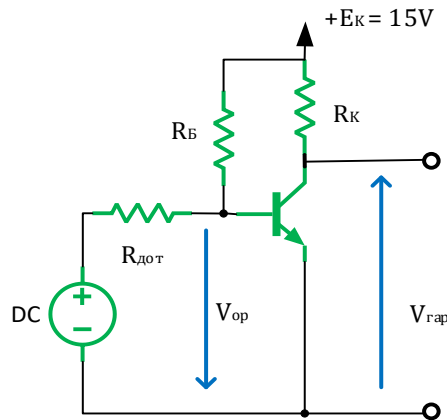
27. Оролтонд тогтмол хүчдэл өгөгдөнө гэж үзээд оролт гаралтын тодорхойлолтыг байгуул.



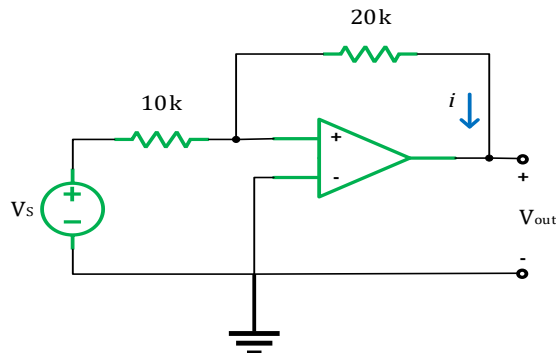
28. Дараах схем дээрх транзисторын базын гүйдлийн дамжуулалтын коэффициент нь  $\beta=29$  ба  $I_{E0}=I_{K0}=10\mu A$ , тэжээлийн үүсгүүрийн хүчдэл нь  $E_k=15V$  ба  $R_E=1k\Omega$ ,  $R_K=2k\Omega$ ,  $R_B=75k\Omega$  бол транзистор ямар ажлын журамд ажиллах вэ?



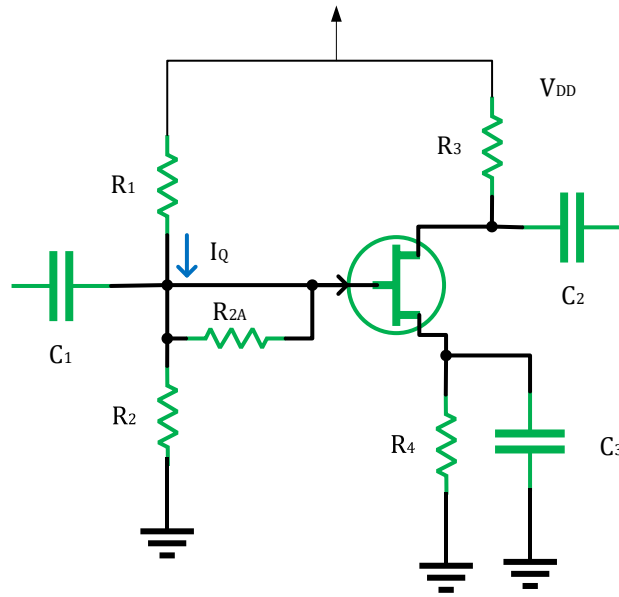
29. Дараах зурагт үзүүлсэн ЕЭ-тэй өсгөх шатны параметрууд  $h_{11}=600\Omega$ ,  $h_{21}=40$ ,  $h_{22}=15 \cdot 10^{-5}$  См бол энэ шатны гаралтын хүчдэл ба гаралтын эсэргүүцлийг ол. Оролтын дохионы үүсгүүрийн ЦХХ нь 4 мВ,  $R_{дот}=300\Omega$ ,  $R_k=3\text{ k}\Omega$ ,  $R_b \gg h_{11}$  гэж тооцно.



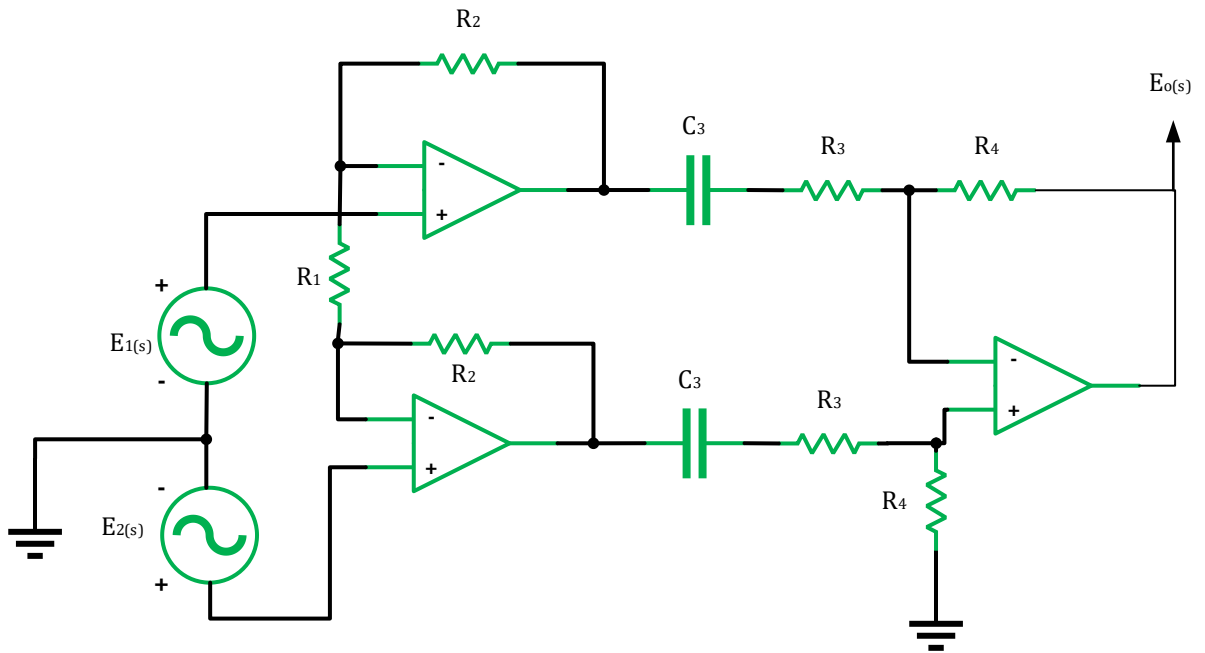
30.  $\mu A741$  үйлдлийн өсгөгчийн  $A = 2 \cdot 10^5$ ,  $R_{in} = 2\text{ M}\Omega$ ,  $R_o = 500\text{ m}\Omega$  бол зурагт үзүүлсэн хэлхээний битүү хэлхээний өсгөлт  $\frac{V_o}{V_s}$  харьцааг ол. Мөн  $i$  гүйдлийг  $V_s = 2\text{ V}$  үед тооцоол.



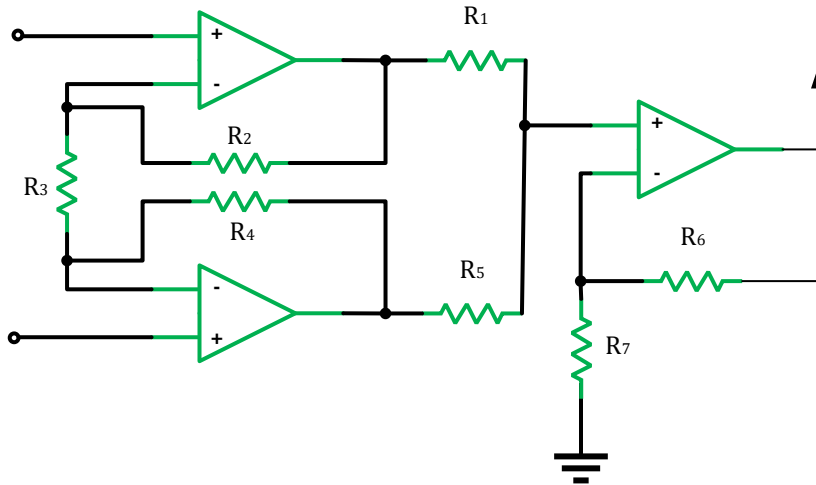
31. Ерөнхий (S)-тай схемийн хувьд  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ -үүдийг ол. Жич:  $\Delta I_D = \pm 1\text{ mA}$  BC264B транзисторын хувьд  $V_{DG,max} = 30\text{ V}$ ;  $V_{DG,max} = \pm 30\text{ V}$ ;  $P_{D,max} = 300\text{ mW}$ ;  $I_{DSS} = 3,5 \dots 6,5\text{ mA}$ ;  $V_P = -0,8 \dots -2,5\text{ V}$ ;  $V_{DD} = 30\text{ V}$ ;  $I_Q = 1\mu\text{ A}$



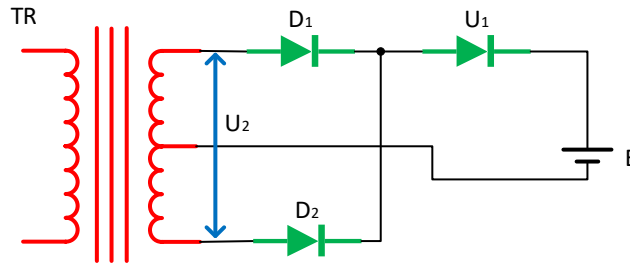
32.  $E_o(s)$  –ыг тодорхойл.



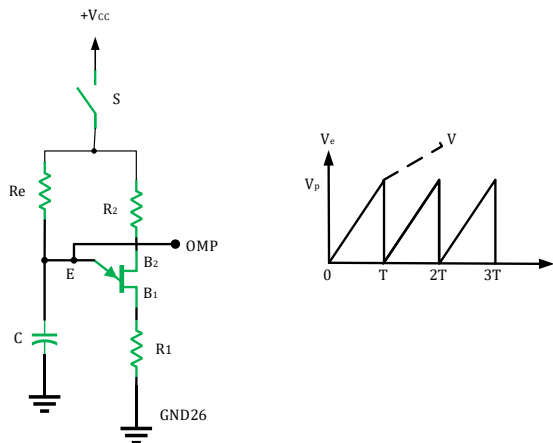
33. Схемийн  $V_0$ -г ол.



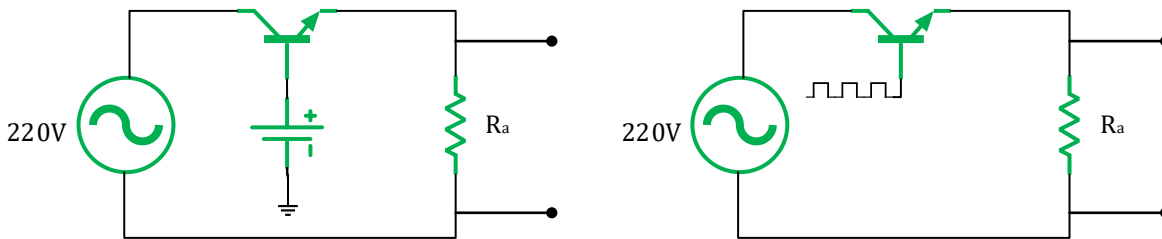
34. Зурагт AC-DC хувьсгуур ачааллын хамт өгөгдсөн ба  $U_2=32V$ ,  $E=12V$ , аккумуляторын дотоод эсэргүүцэл  $0.2\Omega$ , тристорын асаалтын өнцөг  $30^\circ$  бол аккумулятор цэнэглэх гүйдлийн ол.



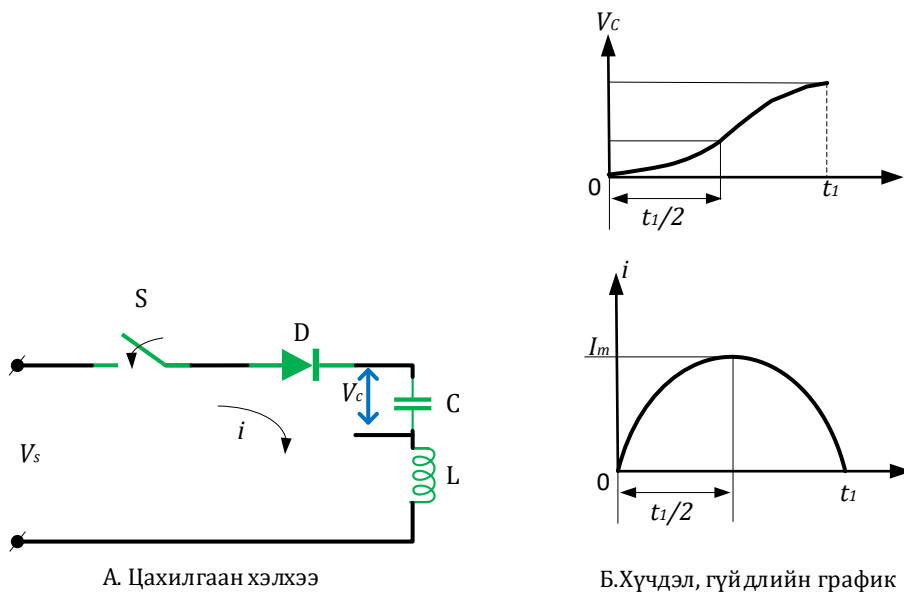
35. Нэг шилжилттэй UJT транзисторийн хэлхээг зурагт үзүүлжээ.  $R_e=10K\Omega$ ,  $AVK=0.75\%$ . Хэрвээ генераторын давтамж  $1K\Gamma$ ц байх ёстой бол конденсатор C -ийн утга ямар байх вэ?



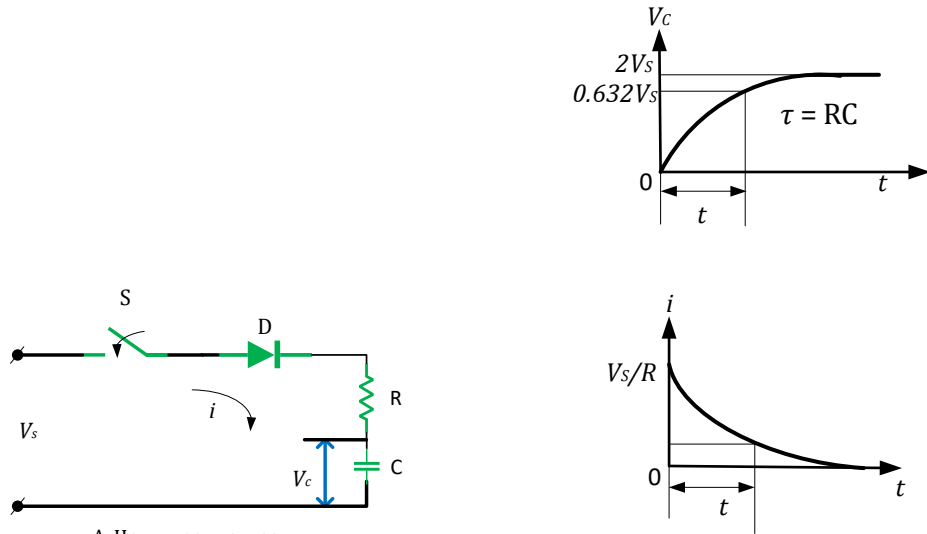
36. АҮК-г тодорхойл.



37. Зурагт байгаа цахилгаан хэлхээний  $S$  түлхүүрийг хугацаа  $t=0$  байхад залгажээ. Тэжээлийн хүчдэл  $V_s=220V$ , конденсаторын багтаамж  $C=40 \mu F$ , индукцлэл  $L=160 \mu H$  бол диодны гүйдэл дамжуулах хугацаа болон диодоор урсах гүйдлийн хамгийн их утга ямар байх вэ?



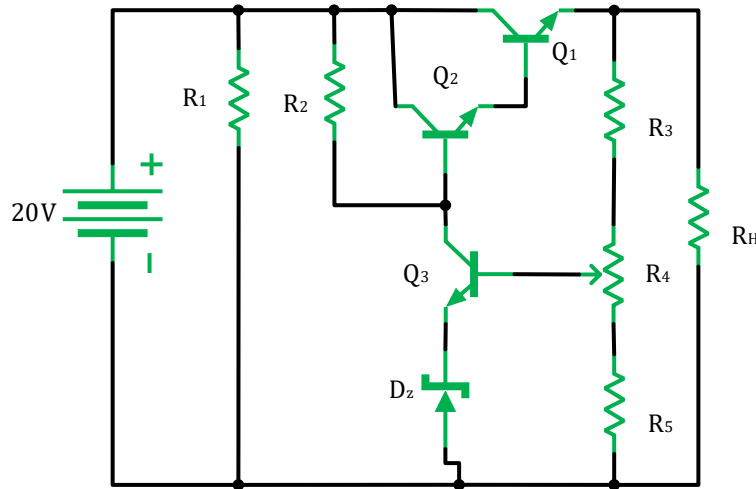
38. Зурагт байгаа схемийн түлхүүр  $S$  хугацаа  $t=0$  байхад залгагджээ. Схемд байгаа тэжээлийн үүсгүүр нь  $V_c=-220V$  хүчдэлтэй байсан ба туйлыг нь зурагт харуулав. Хэрэв конденсаторын багтаамж  $C=0.1 \mu F$ , идэвхтэй эсэргүүцэл  $R=50 \Omega$  бол хугацаа  $t=4.4 \mu s$  өнгөрөхөд конденсаторын хүчдэл хэдий хэмжээтэй болох, мөн түлхүүр залгах агшинд хэлхээний гүйдэл хэдэн ампер байх вэ?



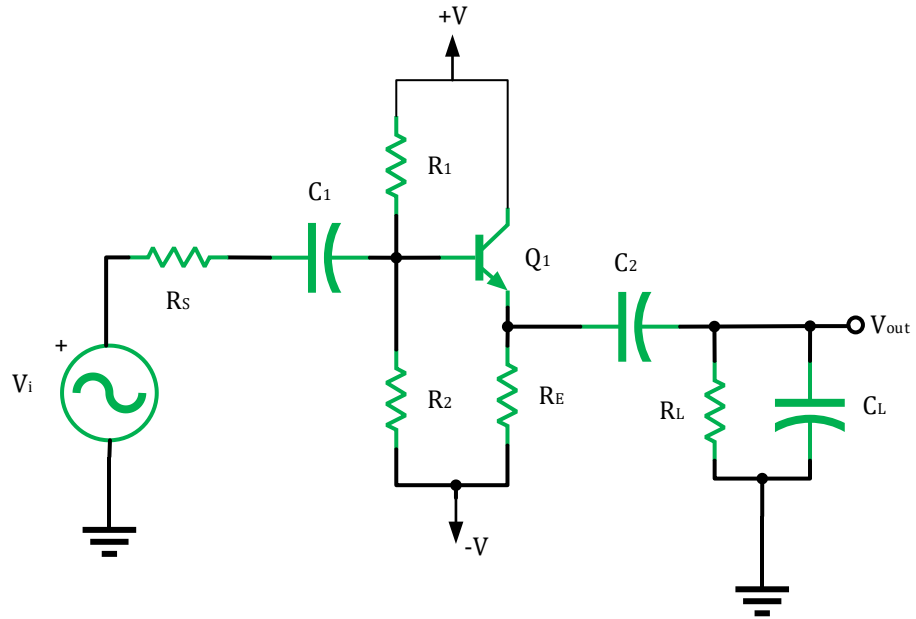
А. Цахилгаан хэлхээ

Б. Хүчдэл, гүйдлийн график

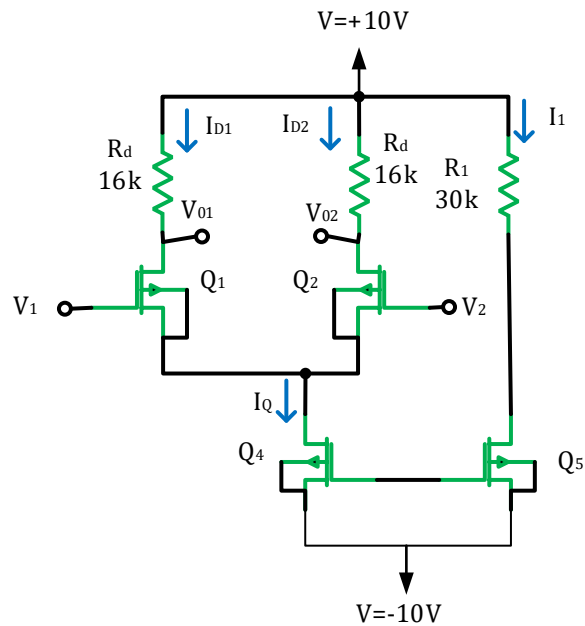
39. Зурагт үзүүлсэн потенциометрээр тохируулагдах хүчдэл тогтворжуулагч схемийн гаралтын хүчдлийн хамгийн их болон хамгийн бага утгыг ол. Оролтын хүчдэл  $V_{op}=20V$ ,  $R_1=1k\Omega$ ,  $R_2=2k\Omega$ ,  $R_3=360\Omega$ ,  $R_4=100\Omega$ ,  $R_5=620\Omega$   $Q_1, Q_2, Q_3$  транзисторуудын  $V_{бэ}=0.7V$  ба  $V_{Dz}=5.6V$



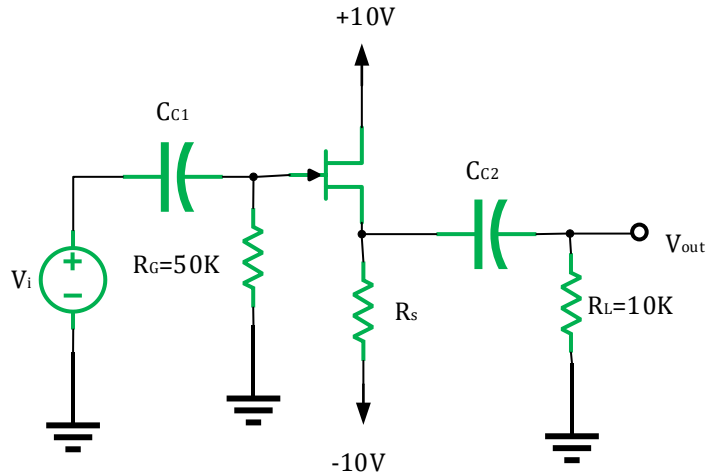
40. Эмиттерийн давтагчийн өндөр давтамжийн үйлчлэл(response)-ийн туйл(pole) болон нүхнүүдийн давтамжийг тодорхойл. Зураг дээрх эмиттерийн давтагчийн параметруудийг  $V_+ = 5V$ ,  $V_- = -5V$ ,  $R_S = 0.1k\Omega$ ,  $R_1 = 40k\Omega$ ,  $R_2 = 5.72k\Omega$ ,  $R_E = 0.5k\Omega$ ,  $R_L = 10k\Omega$  гэж авч үзнэ. Харин транзисторийн параметрууд:  $\beta = 150$ ,  $V_{BE(on)} = 0.7V$ ,  $V_A = \infty$ ,  $C_{\pi} = 35pF$ ,  $C_{\mu} = 4pF$ .



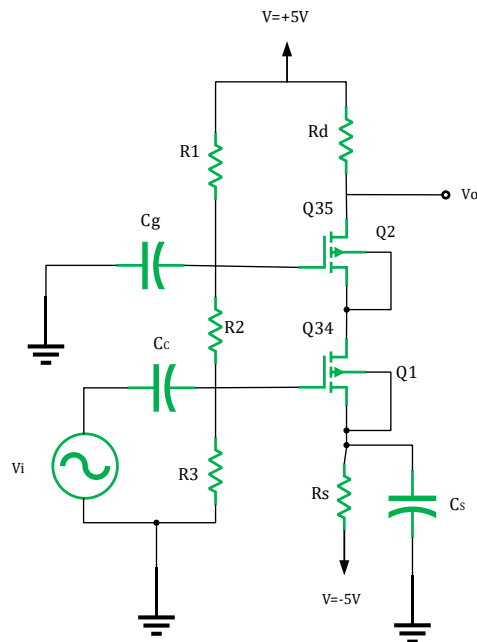
41. MOSFET транзисторын параметрууд нь  $K_{n1} = K_{n2} = 0.1 \text{mA/V}^2$ ,  $K_{n3} = K_{n4} = 0.3 \text{mA/V}^2$  ба  $\lambda = 0$  ба  $V_{th2} = 1\text{V}$  бол common-mode оролтын хүчдэлийн хязгаарыг (range) ол.



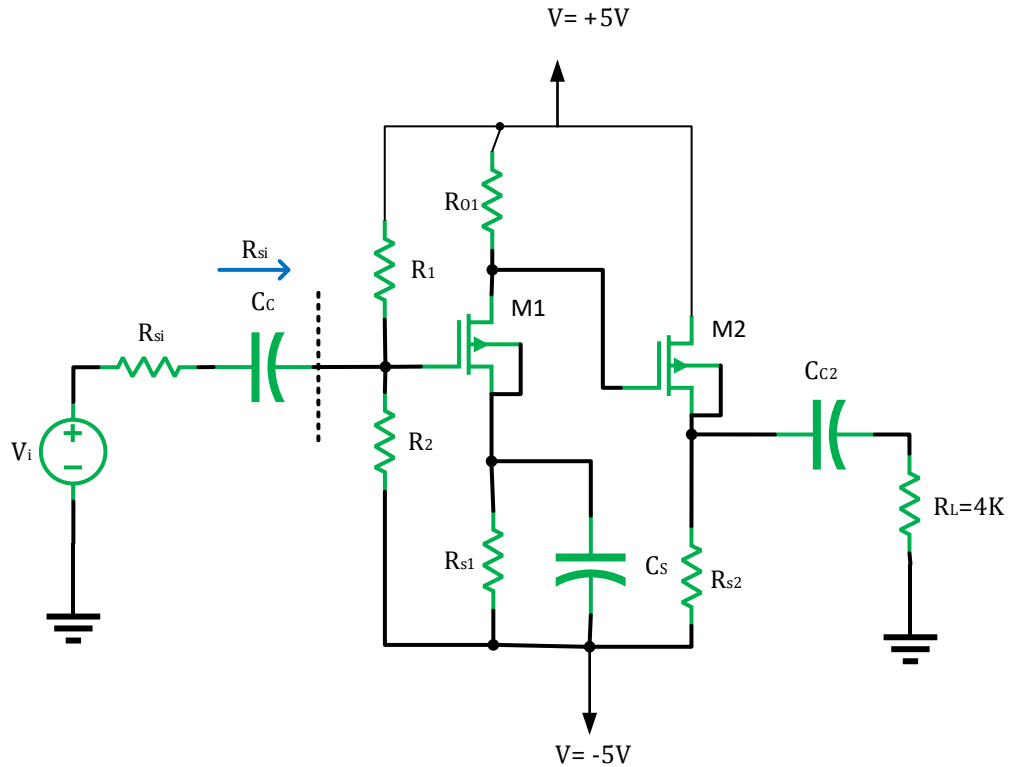
42. JFET транзисторын параметрууд нь  $I_{DSS} = 12 \text{mA}$ ,  $V_P = -4\text{V}$ ,  $\lambda = 0.01\text{V}^{-1}$ . Сул дохионы өсгөлт  $V_{out}/V_{in}$  ба  $R_s$  эсэргүүцлийн утгыг ол.  $g_m = 2 \text{mA/V}$  гэж үз.



43. MOSFET транзисторуудын параметрууд нь  $V_{th1} = V_{th2} = 1.2V$ ,  $K_{n1} = K_{n2} = 0.8mA/V^2$ ,  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$  ба  $R_1 + R_2 + R_3 = 300k\Omega$ ,  $R_s = 10k\Omega$  бол  $V_{DSQ1} = V_{DSQ2} = 2.5V$ ,  $I_{DQ} = 0.4mA$  байхаар хэлхээний эсэргүүцлүүдийн хэмжээг ол.

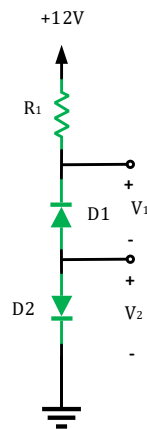


44. MOSFET транзисторуудын параметрууд нь  $K_{n1} = 500\mu A/V^2$ ,  $K_{n2} = 200\mu A/V^2$ ,  $V_{th1} = V_{th2} = 1.2V$ ,  $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$  бол  $I_{DQ1} = 0.2mA$ ,  $I_{DQ2} = 0.5mA$ ,  $V_{DS1} = V_{DS2} = 6V$ ,  $R_{in} = 100k\Omega$  байхаар эсэргүүцлүүдийн хэмжээг олж сул дохионы хүчдэлийн өсгөлтийг ол. Үүсгүүрийн дотоод эсэргүүцэлийг тооцохгүй.



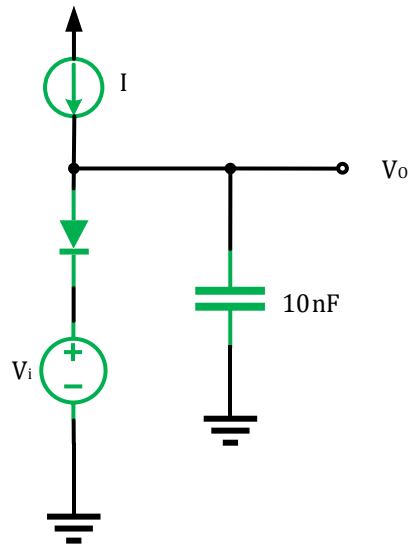
45. JFET транзистор нь дараах параметруудтэй  $V_P = -4V$ ,  $I_{DSS} = 10mA$ ,  $V_{DS} = 3V$  байхад  $V_{GS} = -2V$  оос  $V_{GS} = -1,6V$  болон өөрчлөгдсөн бол. Энэ үед drain-ий гүйдэл  $I_D$  ямар хэмжээгээр өөрчлөгдөх вэ?

46. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний D1 диод нь урвуу шүүрлийн гүйдэл ихтэй бөгөөд D2 диодын хүчдэлээс хамаардаггүй. Диоднуудын  $n=1$  байна.  $20^\circ C$ -д  $V_{R1} = V_2 = 520mV$  байхаар  $R_1$ -ийг тохируулсан. Энэ үед  $R_1$ -ийг хэмжиж үзэхэд  $520k\Omega$  байв.  $0^\circ C$  болон  $40^\circ C$ -д  $V_{R1}$  болон  $V_2$ -ийг ол!

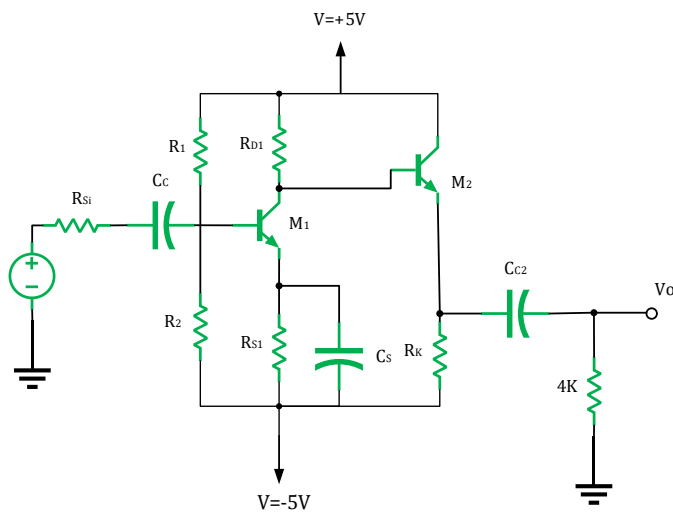


47. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний оролтын хүчдэлийн далайц нь  $V_i=10\text{mV}$ -оос хэтрэхгүй. Давтамж нь  $100\text{kHz}$ . Диодны  $n=1$  байна.

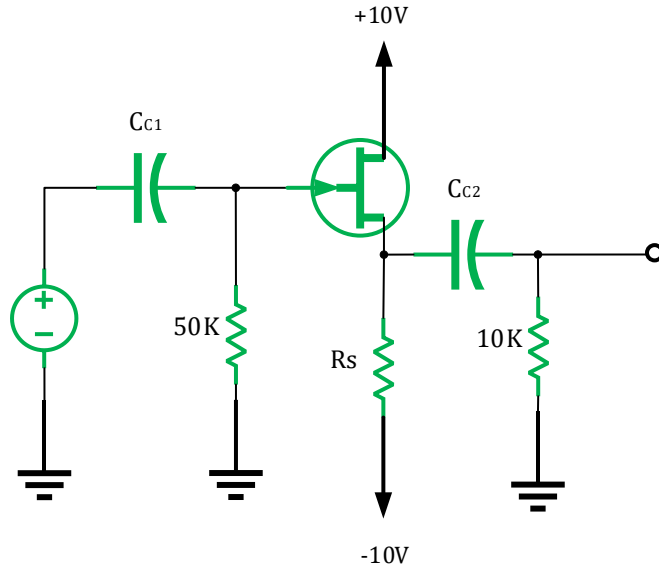
- Диодыг сул дохионы эквивалент схемээр нь орлуулаад гаралтын хүчдэл  $v_o$ -ийг зур.
- Оролт болон гаралтын хүчдэлийн фазын зөрүүг ол. Фазыг  $45^\circ$  шилжсэн үед гүйдлийг ол. Энэ үеийн гүйдлийн утга  $0,1$ -ээс  $10$  дахин өөрчлөгдөхөд гаралтын хүчдэлийн фаз хэр хэмжээгээр өөрчлөгдөх вэ?



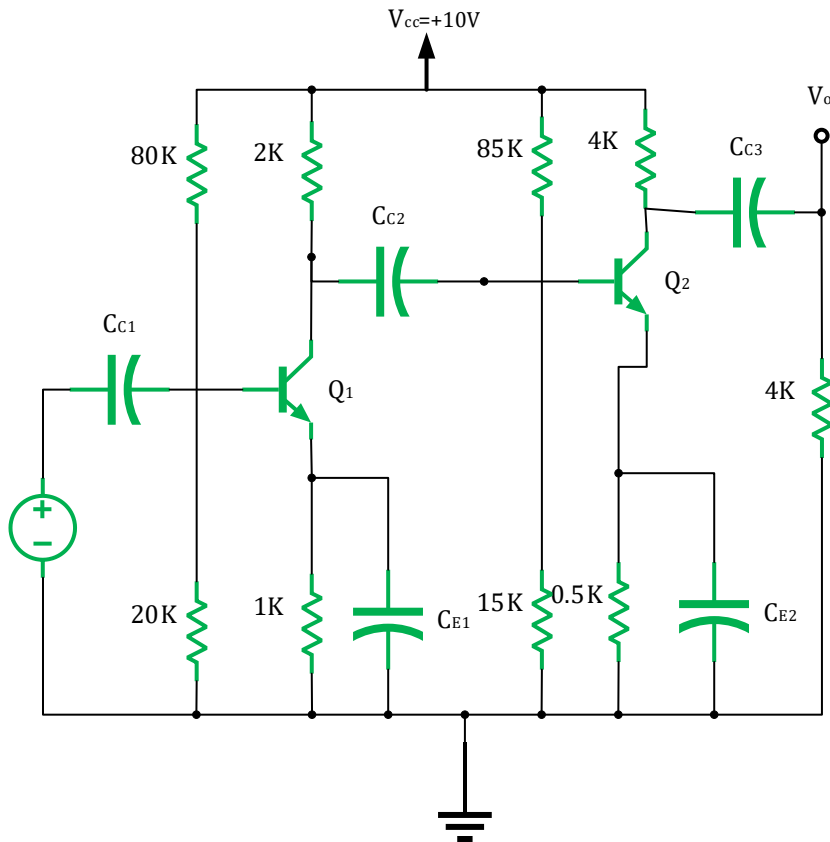
48. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний транзисторуудын параметр нь  $K_{n1}=500\mu\text{A}/\text{V}_2$ ,  $K_{n2}=200\mu\text{A}/\text{V}_2$ ,  $V_{T1}=V_{T2}=1.2\text{V}$  ба  $\lambda_1=\lambda_2=0$ .  $V_{D1}=V_{D2}=6\text{V}$ ,  $I_{D1}=0.2\text{mA}$ ,  $I_{D2}=0.5\text{mA}$  ба хэлхээний оролтын эсэргүүцэл  $R_i=100\text{k}\Omega$  байхаар хэлхээний дизайныг хий. Үүсгүүрийн эсэргүүцлийг  $R_{s1}=4\text{k}\Omega$  гэж үз.



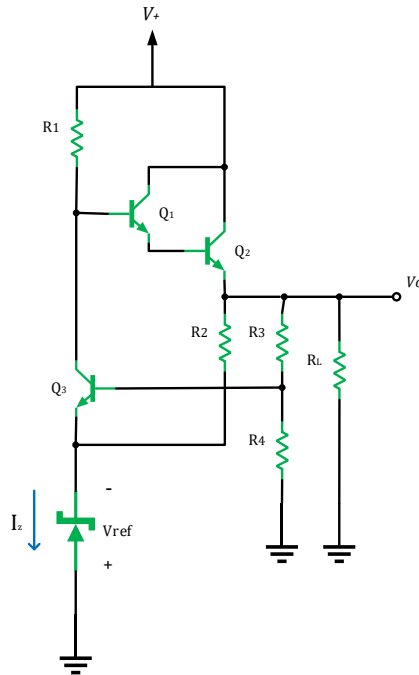
49. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний транзистор нь  $I_{DSS}=12\text{mA}$ ,  $V_P=-4\text{V}$ ,  $\lambda=0.01\text{V}^{-1}$  гэсэн параметруудтай. Хэлхээний хүчдэлийн өсгөлт  $A_v=V_o/V_i=0.9$  ба  $g_m=2\text{mA/V}^2$  байлгах  $R_S$  болон drain-ий тогтмол гүйдэл  $I_D$  -ийн утгыг ол.



50. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний транзисторуудын параметр нь  $\beta=100$ ,  $V_A=\infty$  гэж өгөгдсөн бол:  
 а. Транзистор бүрийн сул дохионы параметрууд болох  $g_m$ ,  $r_{\pi}$ ,  $r_o$ -ийн утгуудыг ол!  
 б. Каскад тус бүрийн өсгөлтийн коэффициентийг ол!

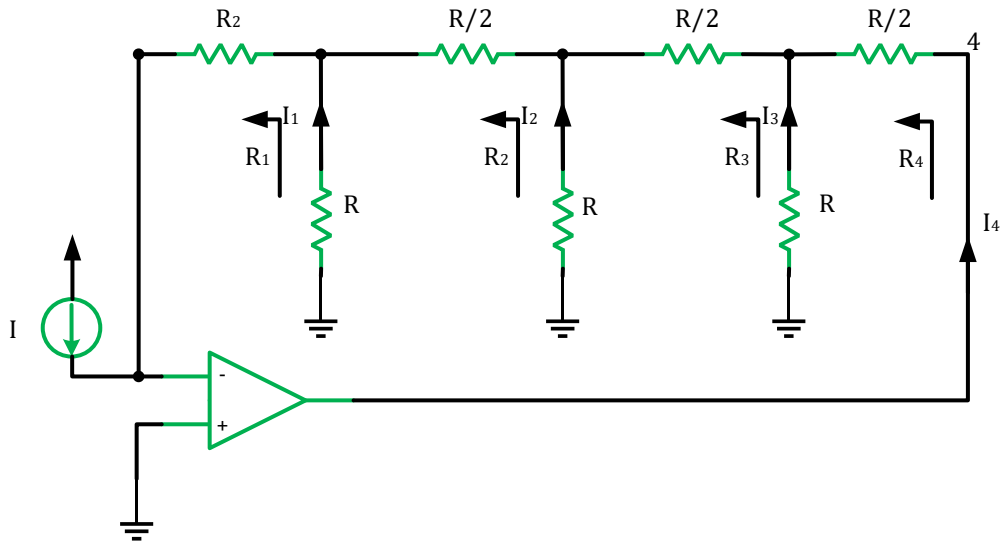


51. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний зенер диодыг идеал гэж үзэх бөгөөд  $V_2=V_{REF}=4.7V$  байна. Бүх транзисторуудын  $\beta=100$ ,  $V_{BE}=0.7V$  байна. Хэлхээний  $V_0=10V$ ,  $I_2=10mA$  ба  $V^+=20V$  байхаар эсэргүүцлүүдийн хэмжээг тооцож дизайн хийнэ.

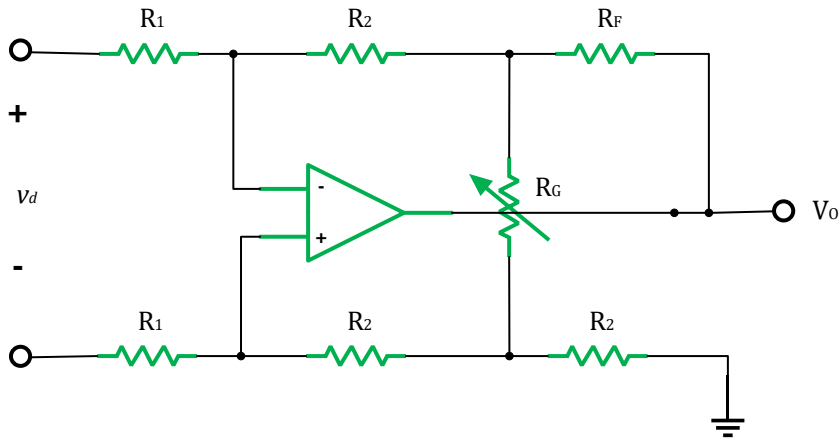


52. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний хувьд дараах утгуудыг олно. Үйлдлийн өсгөгчийг идеал гэж үзнэ:

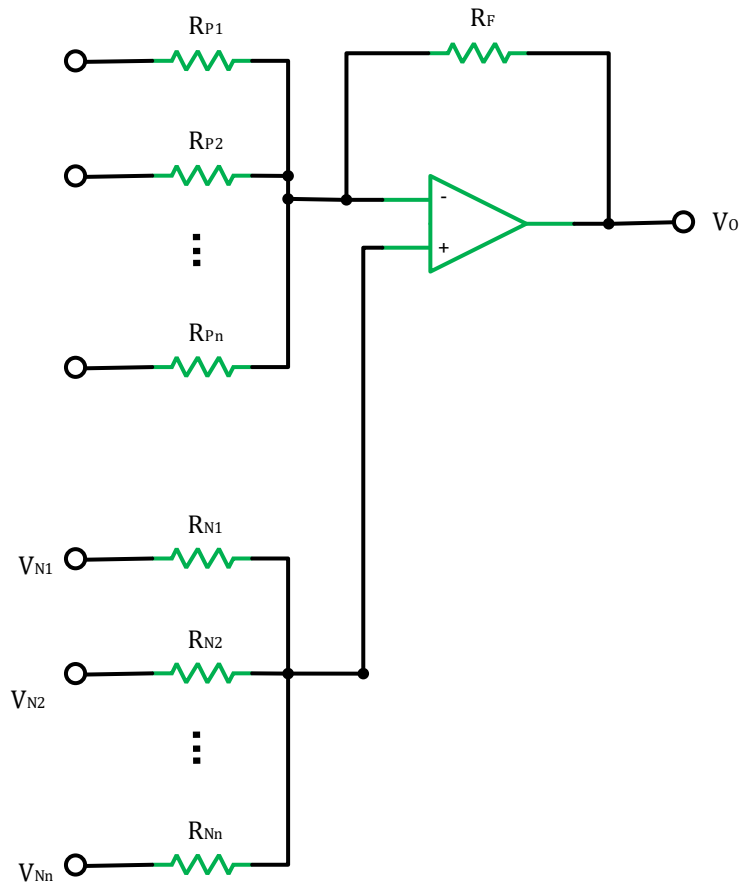
- Зангилаа 1-ийн талаас харагдах  $R_1$  эсэргүүцлийг олно. Зангилаа 2-ийн талаас харагдах  $R_2$  эсэргүүцлийг олно. Зангилаа 3-ийн талаас харагдах  $R_3$  эсэргүүцлийг олно. Зангилаа 4-ийн талаас харагдах  $R_4$  эсэргүүцлийг олно.
- $I_1, I_2, I_3, I_4$  гүйдлүүдийг  $I$  гүйдлээр илэрхийлэн бич.
- $V_1, V_2, V_3, V_4$  хүчдэлүүдийг  $I_R$ -ийн харьцаагаар илэрхийлэн бич.



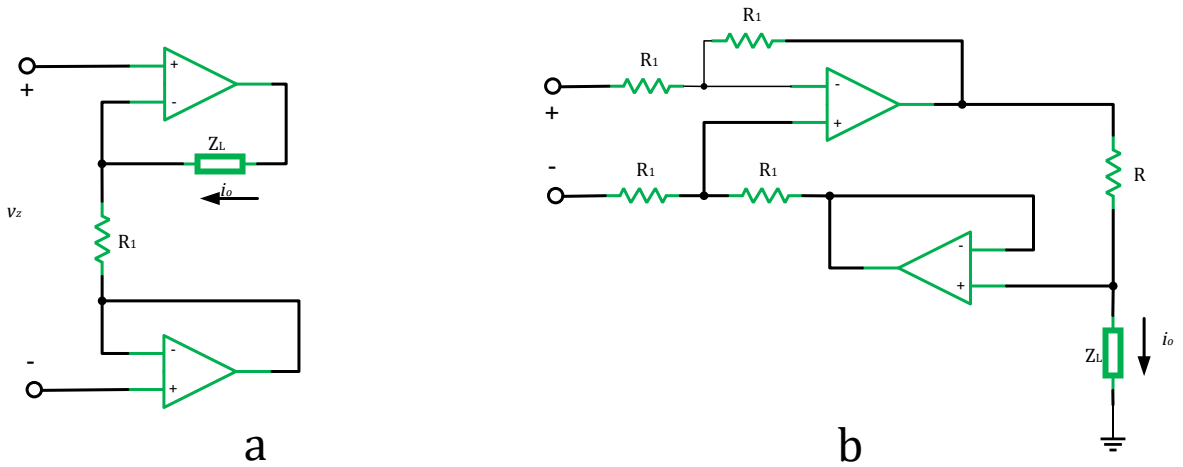
53. Зурагт өгөгдсөн хэлхээний хүчдэлийн өсгөлтийг ол. Үйлдлийн өсгөгчийг идеал гэж үзнэ.



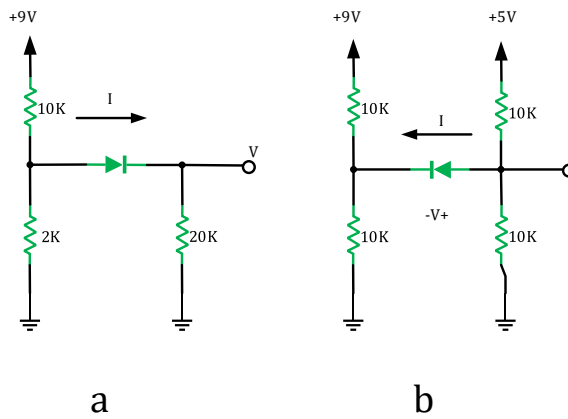
54. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний хүчдэлийн өсгөлт  $V_0$ -ийг ол. Мөн гаралтын хүчдэлийн илэрхийлэл  $V_0=2V_{N1}+V_{P1}+2V_{P2}$  байхаар хэлхээний дизайн хий. Үйлдлийн өсгөгчийг идеал гэж үзнэ.



55. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний тэмдэглэсэн гүйдэл/ $i_o$ -г/ бодож ол



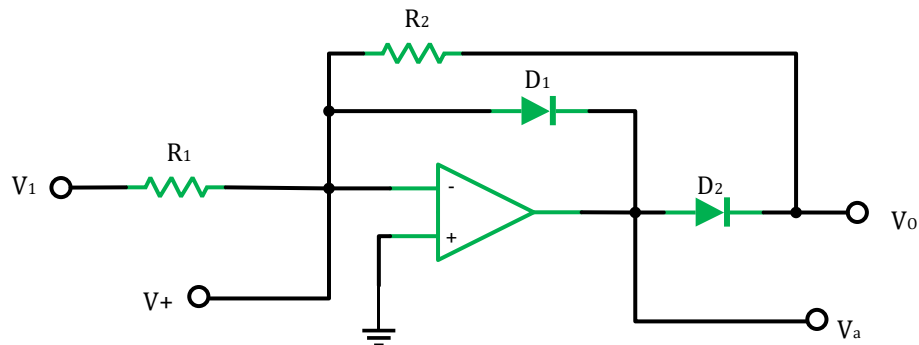
56. Дараах хэлхээний тэмдэглэсэн хүчдэл болон гүйдлийг бодож ол.



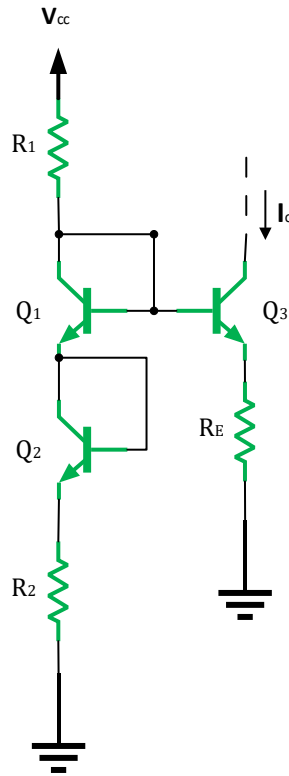
57. Дараах зурагт үзүүлсэн идеал үйлдлийн өсгөгчийн ханалтын гаралтын хүчдэл +12V. Диод нээлттэй үедээ 0.7V унагадаг бол. Дараах тохиолдлуудад  $V_-$ ,  $V_a$ ,  $V_o$ -г ол.

Энд:  $R_1=R_2$

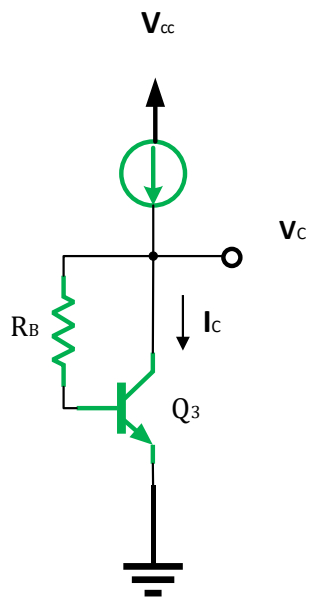
- a.  $V_i=+1V$
- b.  $V_i=+2V$
- c.  $V_i=-1V$
- d.  $V_i=-2V$



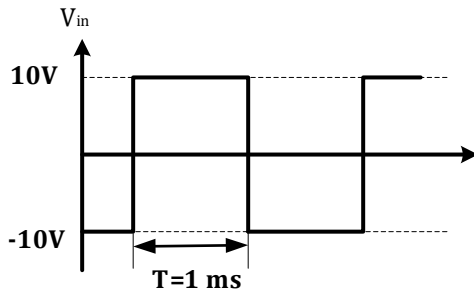
58. Дараах хэлхээний бүх транзисторын  $\beta$ - нь хязгааргүй бөгөөд  $R_1=R_2$  үед  $I_0$  гүйдлийг  $\alpha$ ,  $V_{cc}$ ,  $R_e$ -ээс хамааруулж ол. Мөн  $\alpha=1$ ,  $V_{cc}=10V$ ,  $V_{be}=0.7$   $I_0=0.5mA$  үед  $R_e$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ -ийг тус тус ол.



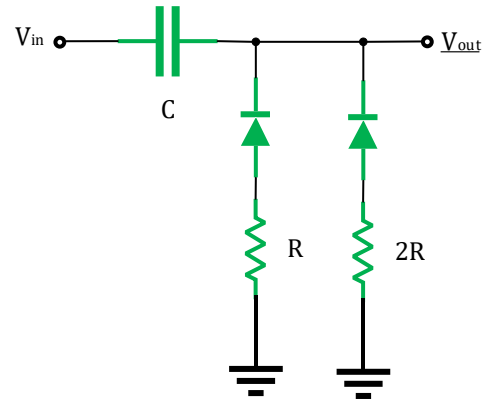
59. Дараах хэлхээний  $I_c=3mA$ ,  $V_c=1.5V$ ,  $\beta=90$  бол  $I_e$  ба  $R_B$ -г тус тус ол.



60. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний гаралтын дохионы хэлбэрийг зурж нэмэх болон хасах далайцуудыг тооцоолж ол. Үүнд диодууд идеал бөгөөд  $RC \gg T$  гэж үз.

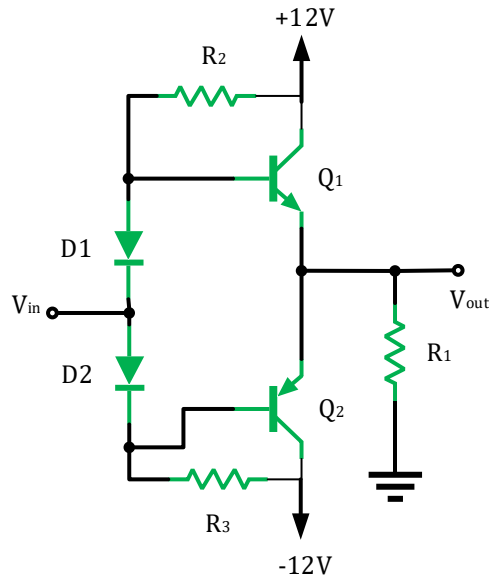


А. Оролтын дохио

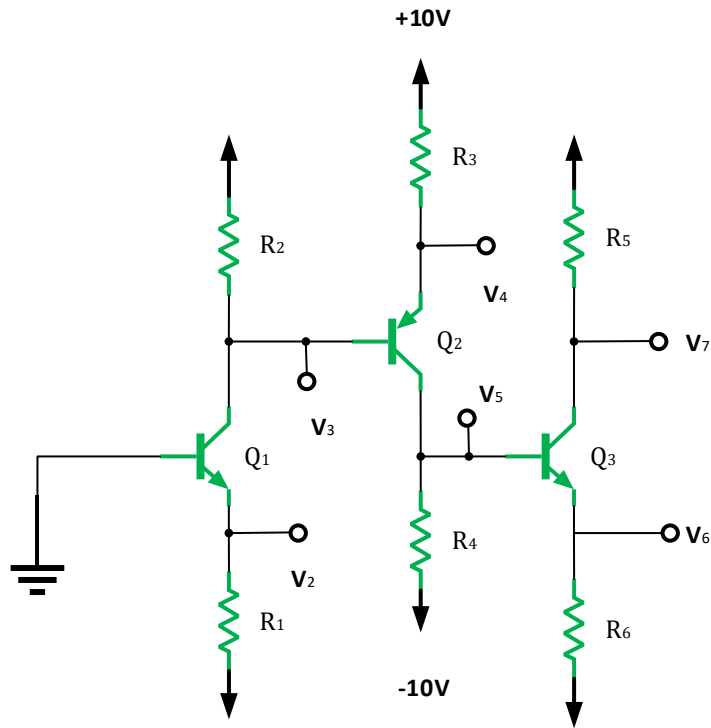


Б.Ерөнхий хэлхээ

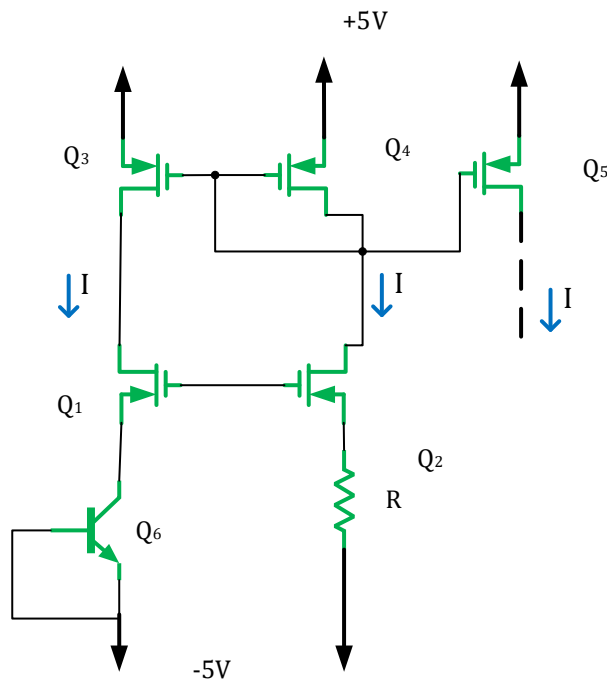
61. Зурагт өгөгдсөн хэлхээ нь 2 хос транзистороос бүтсэн дохионы чадал өсгөгч юм. Тэгвэл  $R_2$ ,  $R_3$  эсэргүүцэл  $470\Omega$ , ачааны  $R_1$  эсэргүүцэл  $5\Omega$ , транзисторын  $\beta=100$  байх тохиолдолд оролтонд хамгийн ихдээ ямар далайцтай дохио өгвөл гаралтанд дохио хэрчигдэхгүй гарах вэ? Диод болон транзисторын баз-эмитерийн шилжилтэнд адилхан  $0.7V$  унана гэж үзнэ.



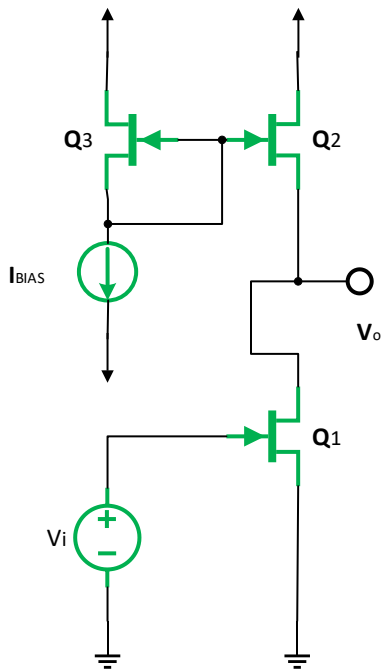
62. Өсгөлтийн алофрицентийг  $\alpha$  гэж үзээд  $Q_1, Q_2, Q_3$  аар гүйж байгаа гүйдэл нь  $2\text{mA}, 2\text{mA}, 4\text{mA}$  бол. Эсэргүйцэл тус бүрийг тодорхойл.



63. Хэрэв хэлхээнд байгаа NPN транзистор нь  $I_S$  гүйдэлд хамааралтай бол dc гүйдэл  $I$  нь  $I_R = VT$ -нд хамаарна.  $Q_1, Q_2$  ижил утагатай,  $Q_3, Q_4, Q_5$  хоорондоо ижил утгатай бол  $R$  ийг ол?  $I = 10\mu\text{A}$ ,  $V_{EB} = 0.7\text{V}$ ,  $I_E = 1\text{mA}$ .



64. Хэлхээн дээрх CMOS өсгөгчийн өндөр давтамжийн өсгөлтийг тодорхойл  $Q_1$  dc биас-ийн гүйдэл нь  $100\mu A$ .  $\mu_n C_{ox} = 90\mu A/V^2$ .



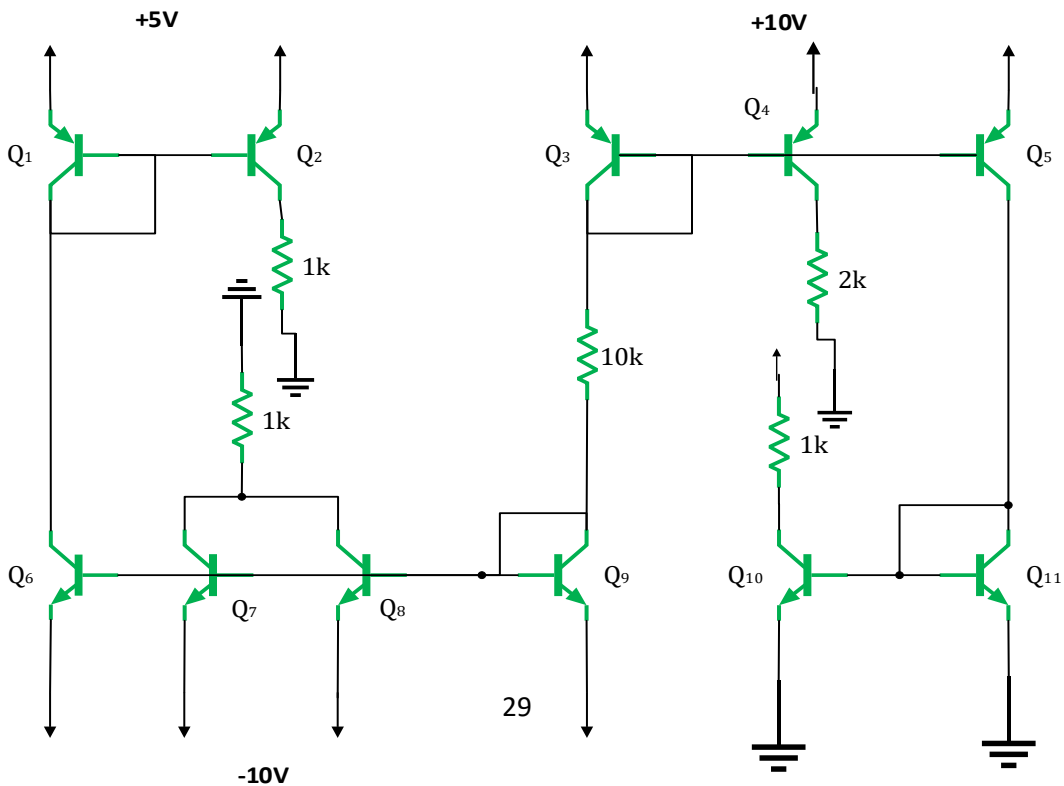
$$\mu_n C_{ox} = 90 \mu A/V^2, V_A = 12.8 V, W/L = 100 \mu m/1.6 \mu m,$$

$$C_{gs} = 0.2 \text{ pF}, C_{gd} = 0.015 \text{ pF}, \text{ and } C_{db} = 20 \text{ fF.}$$

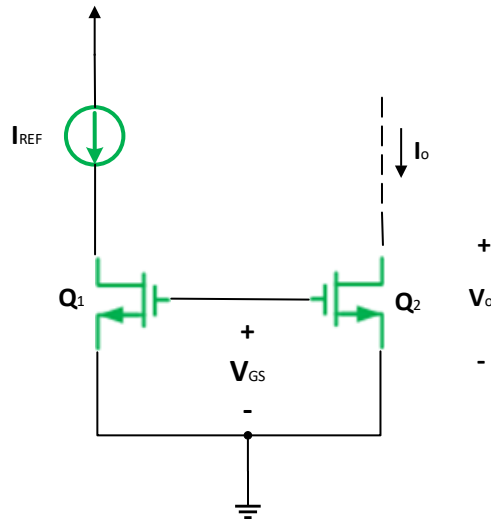
$$Q_2, C_{gd} = 0.015 \text{ pF}, C_{db} = 36 \text{ fF}, \text{ and } |V_A| = 19.2 V.$$

Сигналын үүсгэвэрийн оролтын эсэргүйцэлийг маш бага хэмжээгээр ав бас  $Q_2$  ийн Gate хөл дээр бууж буй хүчдэл нь  $0V$ . Нам давтамж, давтамжийн туйл болон  $0$  давтамжийг олно уу?

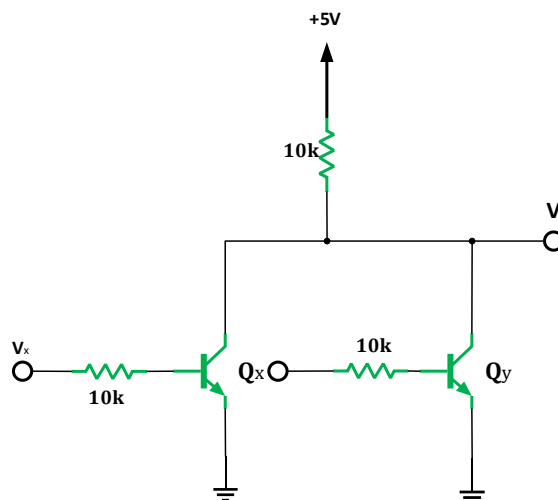
65. Хэлхээн дээрх бүх зангилаан дээр унаж буй хүчдэл болон салаа болгон дээр гүйж буй гүйдэлийг олнуу?  $V_{BE} = 0.7V, \beta = \infty$ .



66. Хэлхээн дээрх транзисторууд нь адил гэвч  $Q_1$  нь  $Q_2$ -оос сувгын хэмжээн нь 4 дахин их Хэрэв  $I_{REF}=20\mu A$  бас транзисторууд  $0.3V$ -нд өндөр ачаалалд ажилж байгаа бол  $I_0$ -ийг олнуу?  $V_0$  дээр байж болох хамгийн бага гүйдэлийн үүсгэвэрийг олно уу?  $V_0$  болон  $I_0$  болон ийг ол?  $V_0$   $1V$ -оор ихэсвэл  $I_0$  яаж ихэсэх вэ?  $V_A=25V$ .

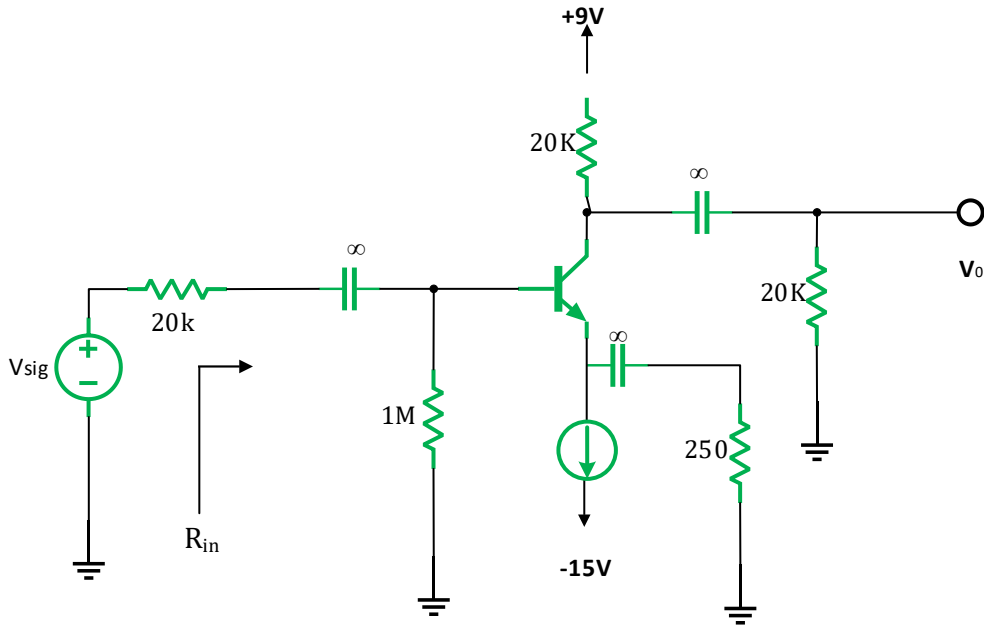


67. Хэлхэйн дээрх оролтуудыг  $5V$ ,  $0.2V$  буюу  $x, y$  гэж авна энэхүү хоёр оролтыг хоорондох утгыг сольж гарсан хариуг хүснэгтэнд хийнэ үү. Нийт хэдэн боломжит хослол байгааг ол? Хэрэв аль нэг оролтнь их байвал юу болохыг тодорхойл бас хоёр оролт хоёулаа бага байх үед юу болох вэ? Энэ хэлхээ нь логик үйлдэлийн NOR үйлдэл юм:  $Z=X+Y$ .



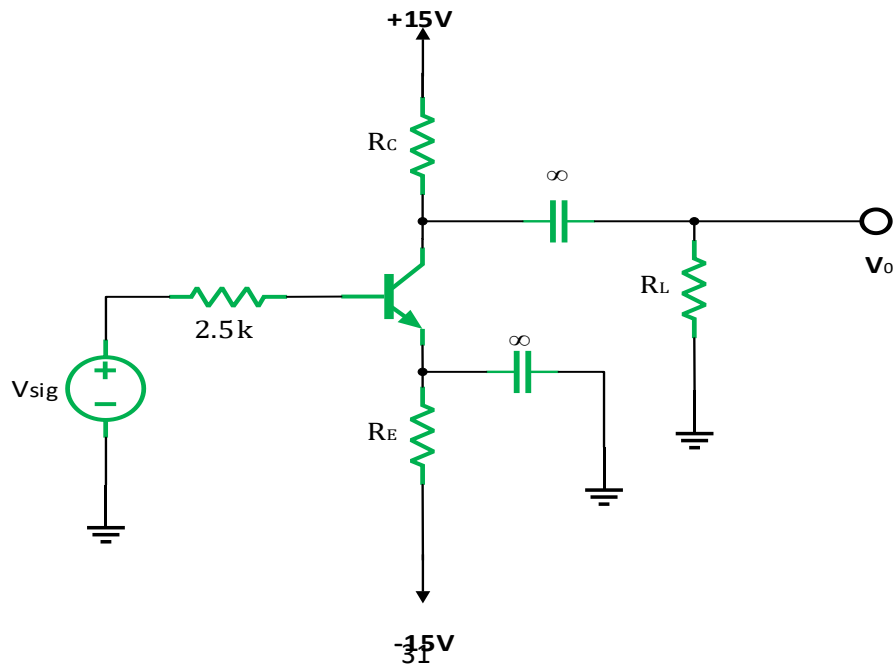
Аналог электроник

68. Хэлхээн дээрх  $V_{sig}$  нь синусын дохио үүсгэгч гэж үзвэл  $R_{in}$  болон  $V_o/V_{sig}$ -ийн өсөлтийг тодорхойл.  $\beta=100$  болон амплитутын дохио  $V_{be}$  нь  $5mV$  ийн хязгаарлалтай гэж үзвэл.Хамгийн их хэмжээний оролтын дохиог ол бас гаралтын дохиог ол.



69. Зурган дээрх  $V_{sig}$  нь маш бага хэмжээ синусын дохио үүсгэж байгаа энэхүү дохионы дундаж 0-тэй тэнцүү. Транзистор нь  $\beta=100$

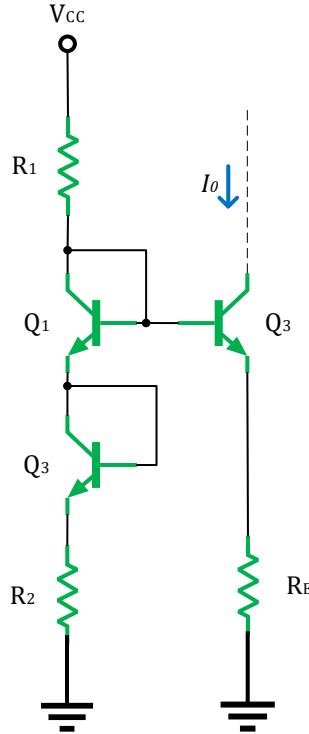
- dc emitter-ийн гүйдэл нь  $0.5mA$  бол  $R_c$ -г ол
- dc collector-ийн хүчэлдэл нь  $+5v$  бол  $R_L$ -г ол
- Хэрэв  $R_L=10K\Omega$  транзисторын  $r_o=200K\Omega$  бол жижиг дохиог өсгөх хэлхээг зур тэгээд нийт хүчэдлийн өсөлтийг тодорхойл



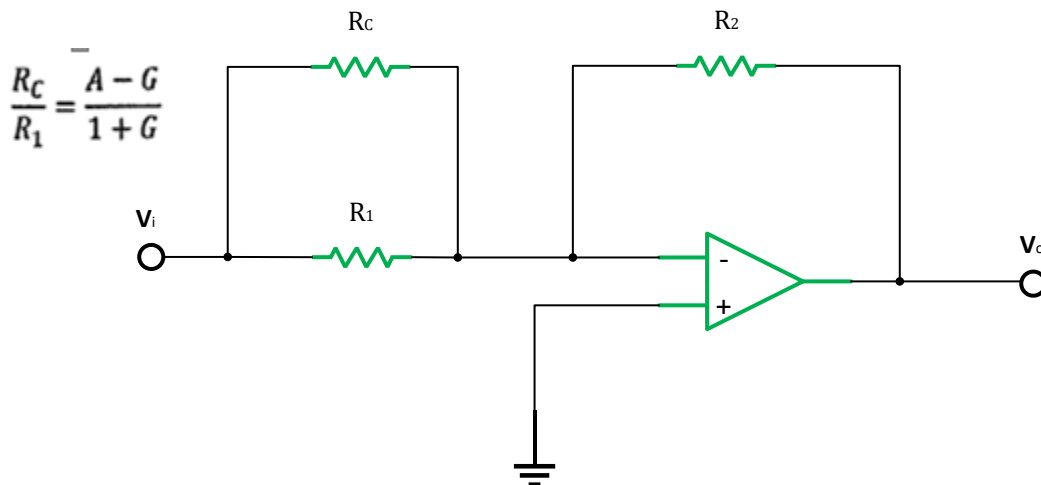
70. Бүх транзисторын  $\beta = \infty$  гэж үзвэл  $I_0$ -ийг ол?  $R_1 = R_2$  гэж ав.

$$I_0 = \alpha V_{CC} / 2R_E$$

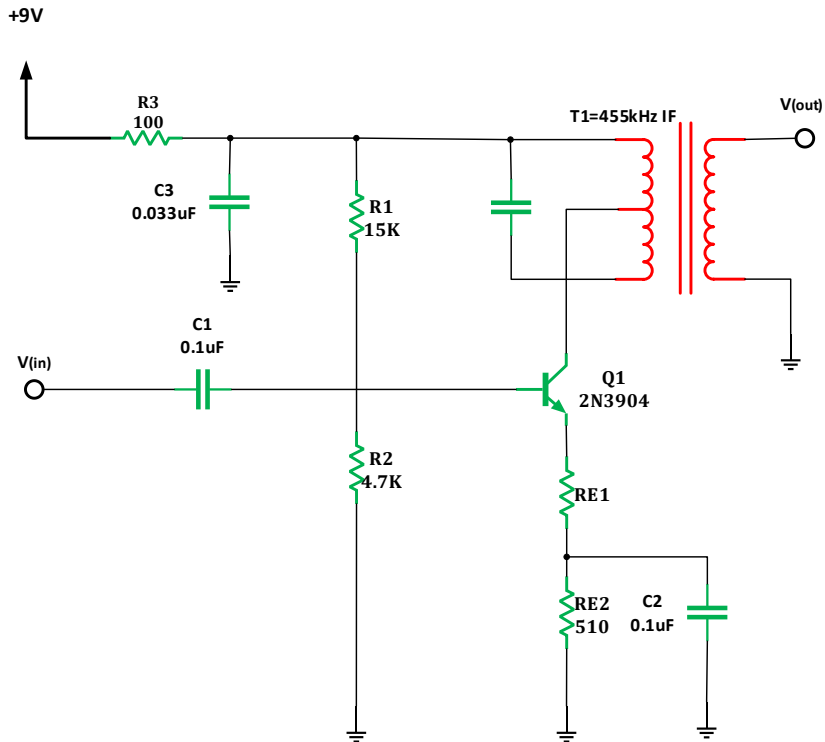
$I_0$  гүйдэл  $V_{BE}$  хамаарлалгүй,  $R_E$ -ээс  $R_1, R_2$  хооронд ямар хамаарал байгаа вэ? Хэрэв  $V_{CC} = 10V, \alpha = 1, V_{BE} = 0.7V$  гэж үзвэл  $0.5mA$  гүйдэл гаргах хэлхээ зурануу.  $Q_3$  транзисторын collector пин дээр хамгийн багадаа ямар хүчдэл унах вэ?



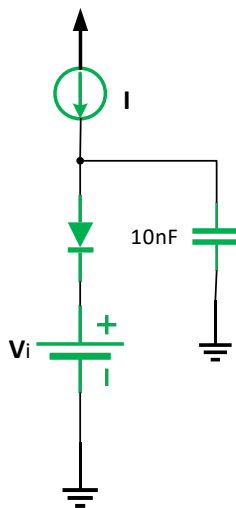
71. Дараах зурагт үзүүлсэн үйлдлийн өсгөгч нь идеал боловч төгсгөлөг задгай хэлхээний (finite openloop) өсөлттэй буюу өсгөлт нь  $G = R_2/R_1$  эргүүлдэг өсгөгч гэж ойлгож болно. Төгсгөлөг  $A$ -с шалтгаалан буурч байгаа өсгөлтийг компенсацлахын тулд  $R_1$  эсэргүүцлийг  $R_c$  эсэргүүцлээр шунтласан,  $R_c$  нь дараах илэрхийллээр өгөгдсөн үед хамгийн сайн компенсацлана гэдгийг батал.



72. Дараах IF өсгөгч (Intermediate Frequency) нь 455 kHz (стандарт IF)-ээр тохируулсан IF трансформатортой. 1-р ороомгийн индукцэл  $99.5 \mu\text{H}$  ба эсэргүүцэл нь  $5.6\Omega$ . Мөн трансформаторын 1-р ороомогтой зэрэгцээ  $1250\text{pF}$  багтаамжтай конденсатор холбосон. Тийм бол хэлхээний  $Q$  (quality factor), хүчдэлийн өсгөлт  $A_v$ , зурвасын өргөн  $BW(\text{bandwidth})$ -ийг ол.



73. Зурагд үзүүлсэн хэлхээний  $I$  нь тогтмол гүйдэл,  $V_i$  хүчдэл нь сул далайцтай.  $100\text{kHz}$ -н давтамжтай синусоид дохио. Сул дохионы  $r_d$  эсэргүүцлээр диодын сольж  $I$  гүйдэлтэй байхад гаралтын хүчдэл  $V_o$ -г тодорхойлон хэлхээг загварчилж  $V_i$  болон  $V_o$ -н фазын зөрөөг ол. Фазын шилжилт нь  $-45^\circ$  байхад  $I$  гүйдлийг ол.  $I$  гүйдлийн  $0.1$ -с  $10$  дахин өөрчлөхөд харгалзах фазын зөрөөг ол.

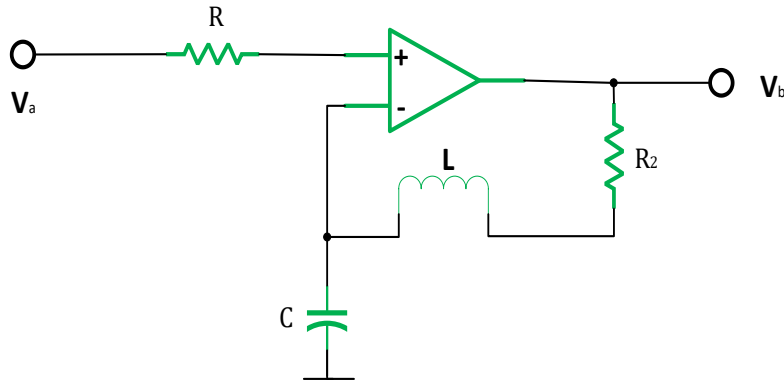


74. NMOS өсгөгчийн дуусгаварын (drain)  $50\text{k}\Omega$  эсэргүүцлээр  $0.5\text{V}$ -н далайцтай гаралтын дохо гарна гэж үз. Өсгөлт нь ядаж  $5\text{V}/\text{V}$  байхын тулд  $g_m$  ямар байх ёстой вэ?  $3\text{V}$ -н тогтмол хүчдлээр тэжээж байвал, ямар утгатай  $I_D$  болон  $V_{ov}$  сонгох вэ? Хэрвээ  $\mu_n C_{ox} = 100\mu\text{A}/\text{V}^2$  байвал  $W/L$ -н харьцаа хэд байвал зохистой бэ?  $V_t = 0.8\text{V}$  байхад  $V_{GS}$ -г ол.

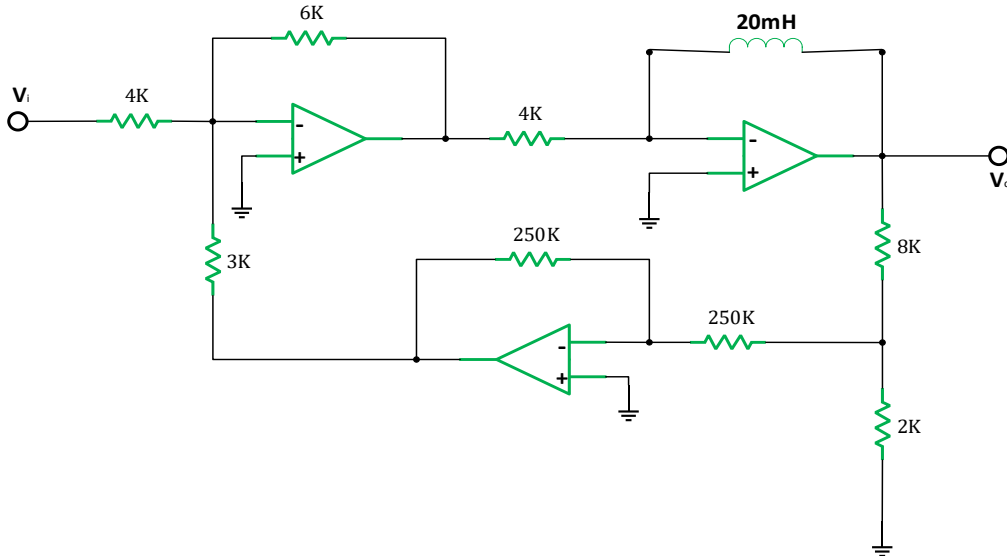
75. Транзисторын өсгөлтийн коэффициент нь 1-тэй ойролцоо(unity) бөгөөд хэрэв  $\alpha$  нь  $\Delta\alpha/\alpha$  буюу бага хэмжээгээр өөрчлөгдсөн бол  $\beta$  өсгөлтийн коэффициент нь доор үзүүлсэн томъёогоор өөрчлөгдөхийг харуул.

$$\frac{\Delta\beta}{\beta} \cong \left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\right)\beta$$

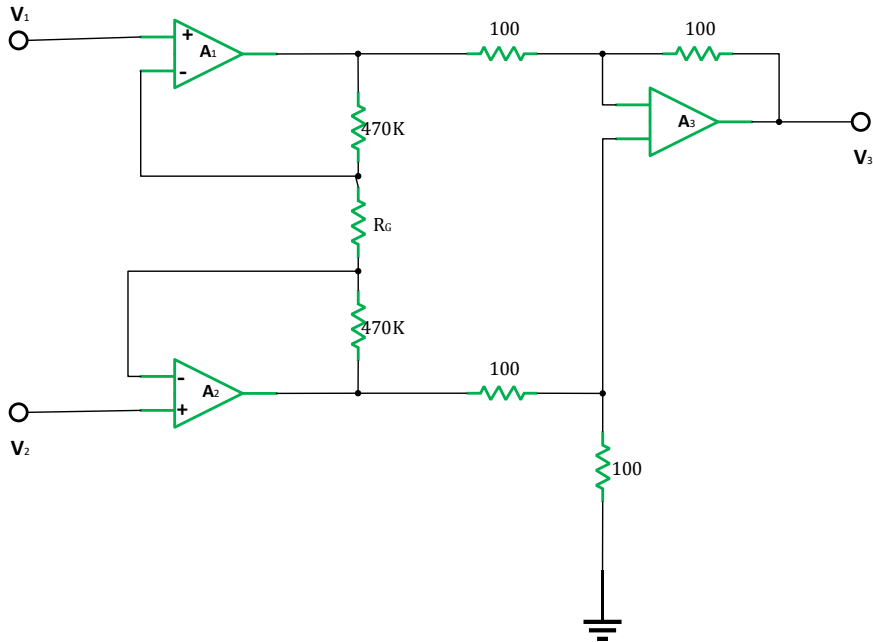
76. Зурагд үзүүлсэн хэлхээний параметрууд нь  $R_1=R_2=200\Omega$ ,  $C=2.4\mu\text{F}$ ,  $L=0.25\text{mH}$  бол хэлхээний өсөлтийг тодорхойл.



77. Үйлдлийн өсгүүрүүдийг идеал гэж үзээд хэлхээний өсөлтийг тодорхойл.

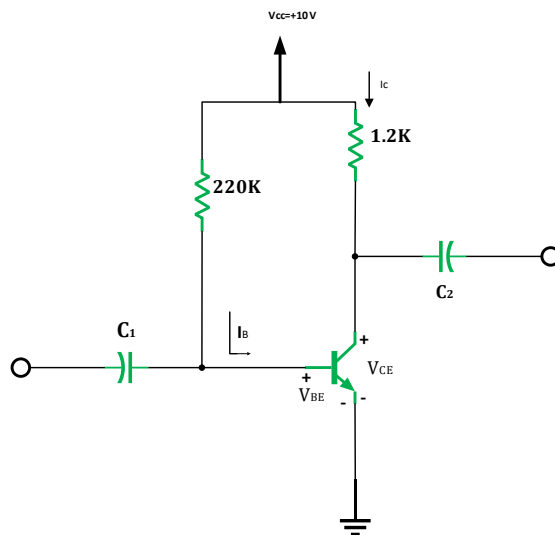


78. Зурагт үзүүлсэн өсөлтийн өсөлтийг 1000 байлгах  $R_G$  эсэргүүцлийг утгыг ол.



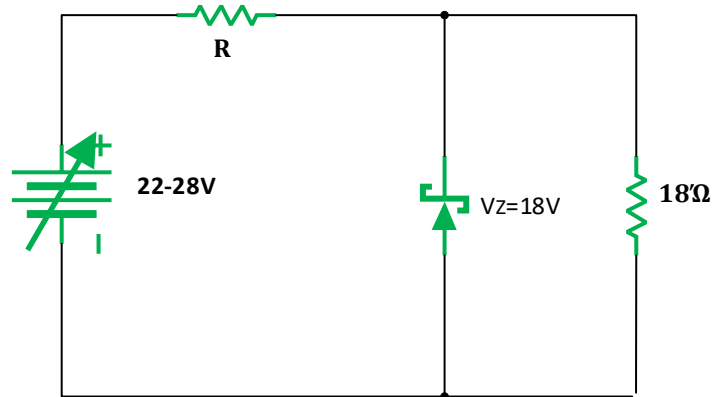
79. Оролтын  $f_{\max}=150\text{Hz}$  дохиог дифференциалчлагч хэлхээний схемийн загварыг зохиож хэлхээний параметруудийг тодорхойл.

80. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний  $I_B$ ,  $I_C$ ,  $V_{CE}$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  ба  $V_{BE}$  параметруудийг тус тус ол. Үүнд  $V_{BE}=0.7\text{V}$  ба  $\beta=50$ .



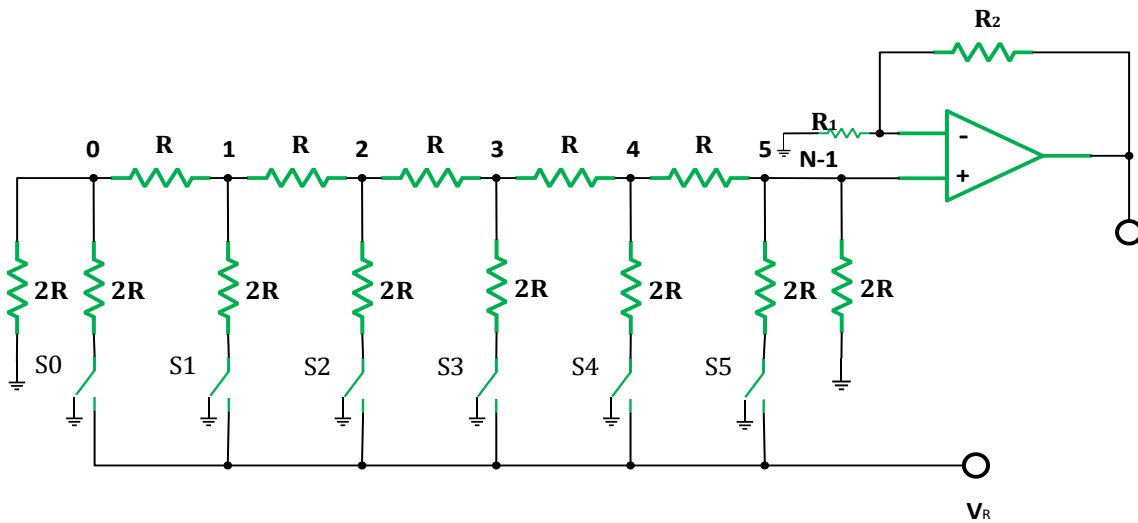
81. Зурагд үзүүлсэн хэлхээний тогтворжуулагч диод дээр 18V-ийн хүчдэл унах ба тогтворжуулагчийн гүйдэл 200mA-аас 2A хүртэл өөрчлөгдөнө.

- Үүсгүүрийн хүчдэл 22-28V-ийн хооронд өөрчлөгдөхөд ачаалал дээрх хүчдэлийг 18V байлгах R эсэргүүцлийн утгыг ол.
- Тогтворжуулагч диод дээр ялгарах хамгийн их чадлыг ол.



82. Зурагд үзүүлсэн 6 битийн DAC-д 100101 оролт өгөгдсөн бөгөөд 10V-ийн референс хүчдэлтэй болно.

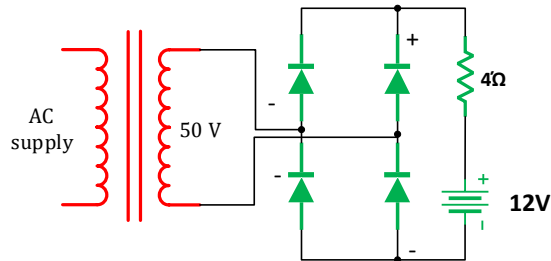
- Гаралтын хүчдэлийг тодорхойл.
- Хувиргалтын нарийвчлалыг тодорхойл.



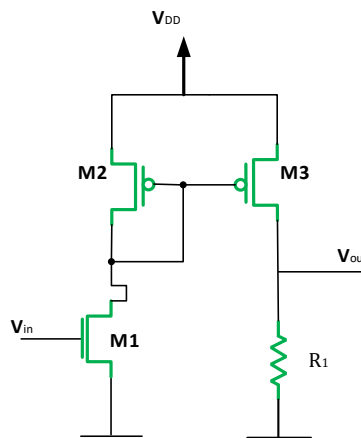
83. Зурагд автомашины аккумуляторыг гүүрэн шулуутгагчтай схемээр цэнэглэж байна. Дагуу чиглэлтэй хүчдэл үйлчилсэн тохиолдолд диодын эсэргүүцлийг 0 гэж үзэх бөгөөд диод дээр унах хүчдэл тогтмол 1V бол дараах параметруудийг тодорхойл.

- Аккумуляторыг цэнэглэх дундаж гүйдэл, IDC
- Цуваа холбогдсон эсэргүүцэл дээр алдагдах чадал.
- Аккумуляторт өгөгдөх чадлыг тус тус ол.

Жич: Аккумуляторын дотоод эсэргүүцлийг тооцохгүй.

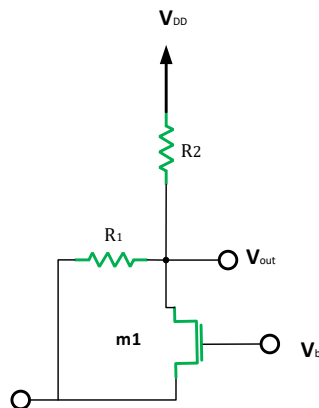


84.  $A_v = \frac{dV_{out}}{dV_{in}}$  байх сул дохионы өсгөлтийг тооцоол.  $g_{m1}, g_{m2}, g_{m3}, r_{o1}, r_{o2}, r_{o3}, R_1$  утгууд өгөгдсөн гэж үзнэ.



85.  $A_v = \frac{dV_{out}}{dV_{in}}$  байх сул дохионы өсгөлтийг тооцоол.  $g_{m1}, g_{mb1}, R_1, R_2$  утгууд өгөгдсөн гэж үзнэ.

Сувгийн өргөний модуляци тооцохгүй.



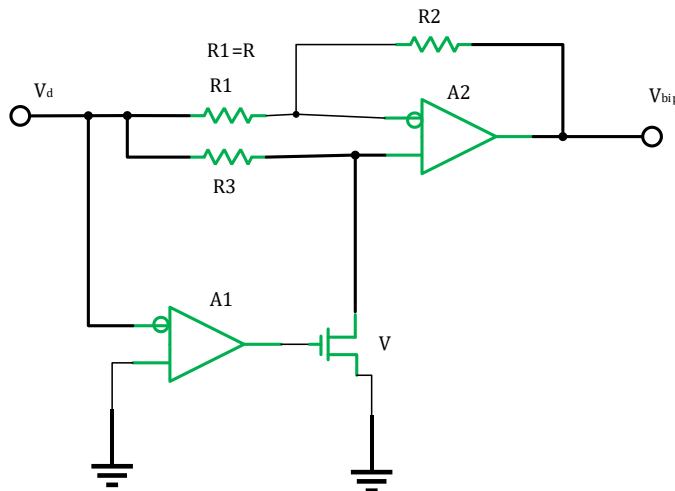
## Аналог электроник

86. 90 нм технологийн хувьд төхөөрөмжийн параметрууд нь  $V_{t0}$  (босго хүчдэл) болон  $\text{tox}$  (нэгж талбайд ногдох ислийн багтаамж)-аас бусад тохиолдолд 130нм технологийнхтой ижил байна.  $V_{t0}$  болон  $\text{tox}$ -ийг тодорхойлохын тулд зарим төхөөрөмжийн хэмжилтийг сувгийн урт нь  $L=80\text{нм}$  ба өргөн нь  $W = 400\text{нм}$  бүхий NMOS транзистор дээр хийхэд, доорх хүснэгтэд үзүүлсэн үр дүнг гарсан. Эдгээр хэмжилтээс  $V_{t0}$  болон  $\text{Tox}$ -ийн утгыг тооцоол (ECL байхгүй гэж үзнэ.). Асуултад өөрөөр заагаагүй бол 1-р хүснэгтийн тогтмолуудыг ашиглана.

$V_{ds}(V)$	$V_{gs}(V)$	$V_{sb}(V)$	$I_{ds}(\mu A)$
1.2	1.2	0.0	78.70
1.2	1.2	0.5	85.28
1.2	1.0	0.0	56.21
1.2	0.8	0.0	33.72
1.2	0.6	0.0	11.24

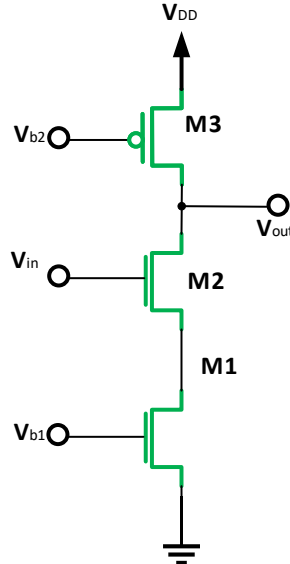
$V_{DD}=1.2V$	$ V_{TP} =V_{TN} = 0.4V$	$E_{cn} = 6V/\mu m$	$E_{cp} = 24 V/\mu m$
$v_{sat} = 8 \cdot 10^6 \text{ cm/sec}$	$2 \Phi_F  = 0.88V$	$\mu_{en} = 270 \text{ cm}^2/V\text{-sec}$	$\mu_{ep} = 70 \text{ cm}^2/V\text{-sec}$
$\gamma = 0.2(V^{1/2})$	$\lambda = 0.01V^{-1}$	$q = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	$n = 1.4$
$T = 300 \text{ }^\circ K (27^\circ C)$	$k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/}^\circ K$	$\epsilon_o = 8.85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$	$\epsilon_{ox} = 3.97 \epsilon_o$
$L = 100\text{nm}$	$x_d = 20\text{nm}$	$R_{eqn} = 12.5 \text{ k}\Omega/\square$	$R_{eqp} = 30.0 \text{ k}\Omega/\square$
$C_{ox} = 1.6 \cdot 10^{-6} \text{ F/cm}^2$	$C_g = 2 \text{ fF}/\mu m$	$C_{eff} = 1 \text{ fF}/\mu m$	$\rho_{Cu} = 1.7 \mu\Omega\text{-cm}$
$W_{int} = 0.17 \mu m$	$T_{int} = 0.8 \mu m$	$C_{int} = 0.2 \text{ fF}/\mu m$	$V_{offset} = 0$

87. Бүтэн үеийн шулуутгагчийн оролтоос гаралт хүртэлх хүчдэлийн давталтын нарийвчлалыг тооцоол.  $R_1=R_2=R_3=20\text{K}$ ,  $V_1$  транзисторын эсэргүүцэл  $R_{on} = 0.1\text{K}$ ,  $A_1$  болон  $A_2$  идеал.

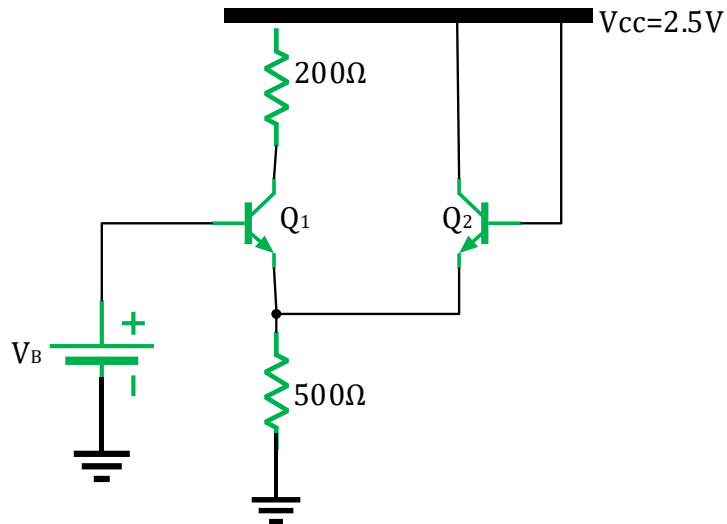


Аналог электроник

88.  $A_v = \frac{dV_{out}}{dV_{in}}$  байх сул дохионы өсгөлтийг тооцоол. Бүх транзистор ханалтын горимдоо ажиллаж байгаа гэж үзнэ. Body effect тооцохгүй.

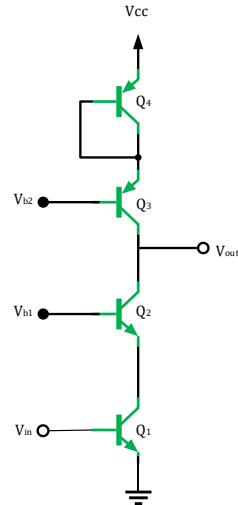


89. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний,  $I_{S1} = I_{S2} = 3 \cdot 10^{-16} A$ ,  $\beta = 100$  and  $V_A = \infty$ .  $Q_1$  транзисторын коллекторын гүйдэл  $1mA$  үед  $V_B$ -ийн утгыг тооцоол.

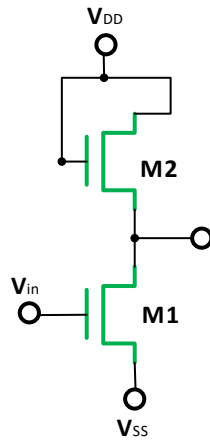


90. Зурагт үзүүлсэн хэлхээний гаралтын эсэргүүцлийг тооцоол. Бүх транзистор ханалтын горимд ажиллаж байгаа бөгөөд  $g_m r_o \gg 1$  гэж үзнэ.

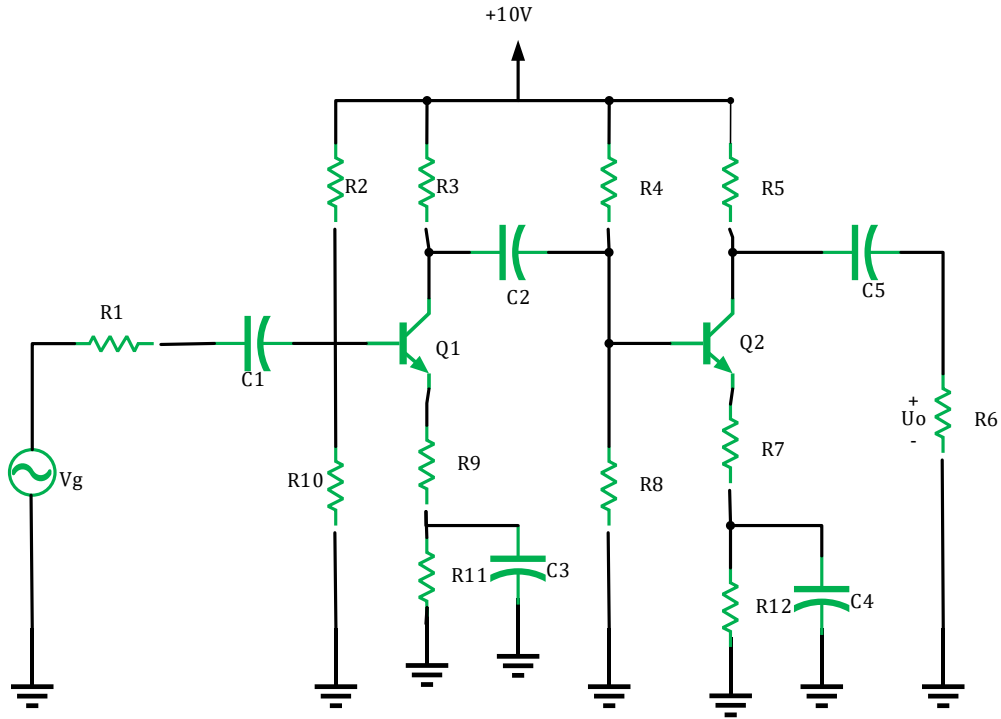
91. Хэлхээний хүчдэлийн өсөлтийг тодорхойл.



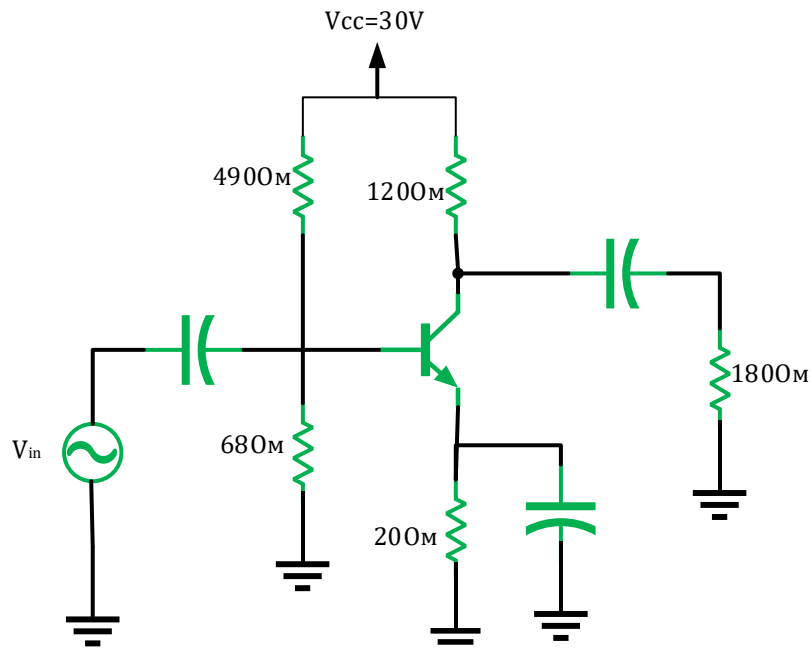
92. Дараах хэлхээний хувьд сул дохионы өсгөлтийн тогтмолыг тодорхойлно (M1 ханалтын горимд байгаа бөгөөд ба  $\lambda = 0, \gamma = 0$  гэж үзье).



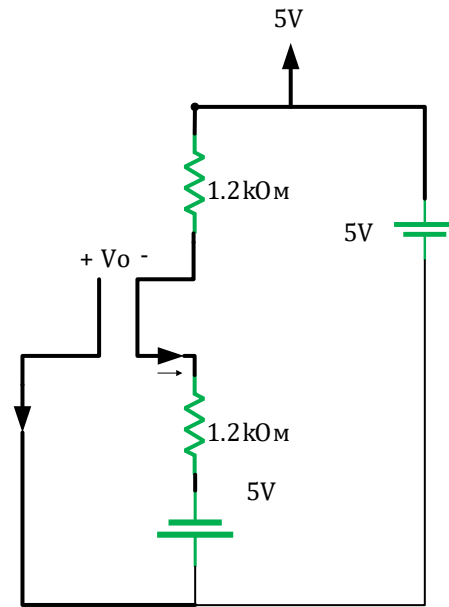
93. Оролтын хүчдэл нь  $1mV$ , гүйдэл өсгөгчийн коэффициент  $\beta = 200$ ,  
 $R_1 = 600 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 10 \text{ кОм}$ ,  $R_3 = 3,6 \text{ кОм}$ ,  $R_4 = 10 \text{ кОм}$ ,  $R_5 = 3,6 \text{ кОм}$ ,  
 $R_6 = 10 \text{ кОм}$ ,  $R_{e1} = 180 \text{ Ом}$ ,  $R_8 = 2,2 \text{ кОм}$ ,  $R_{e2} = 180 \text{ Ом}$ ,  $R_{10} = 2,2 \text{ кОм}$   
 $R_{11} = 220 \text{ Ом}$ ,  $R_{12} = 820 \text{ Ом}$  эсэргүүцэлүүд өгөгдсөн бол  $V_0$  хүчдэлийг ол.



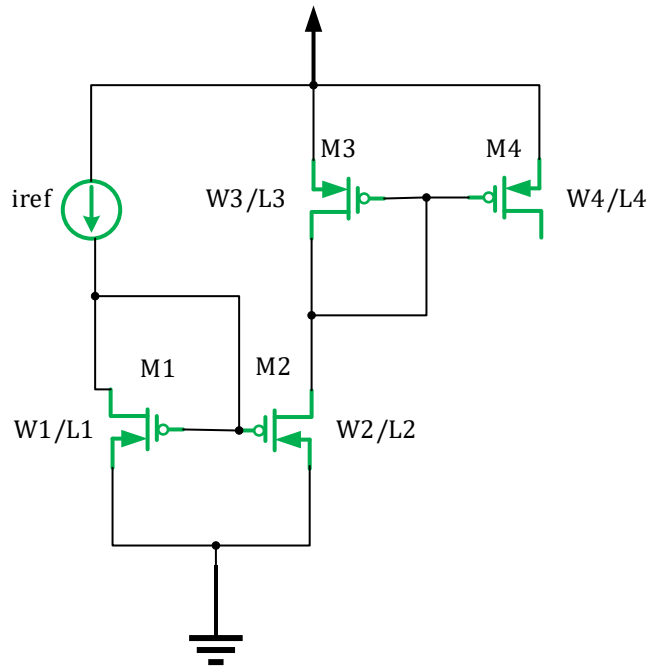
94. Өсгөлтийг ол.



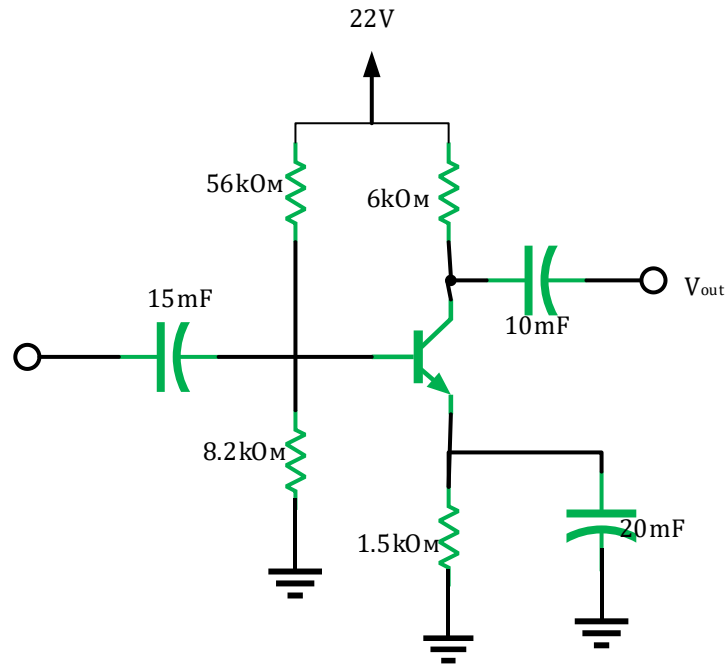
95. Ханалтын үеийн  $V_{gs}$   $V_{th}$ -ийг ол.



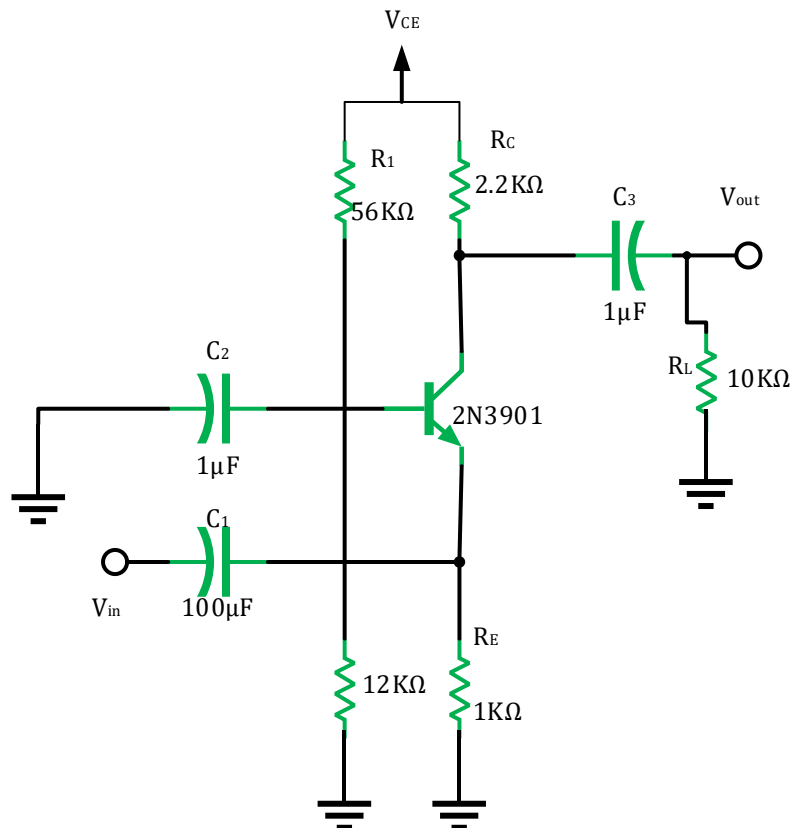
96. L4-өөр гүйх гүйдлийг ол.



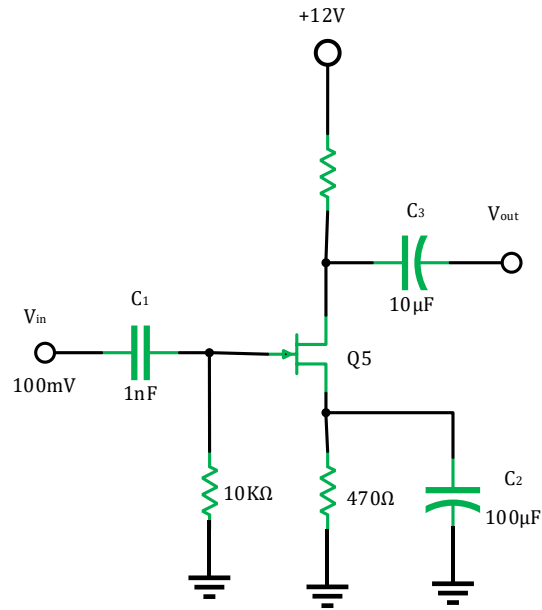
97.  $\alpha = 0.989$  бол гаралтын хүчдэлийг ол.



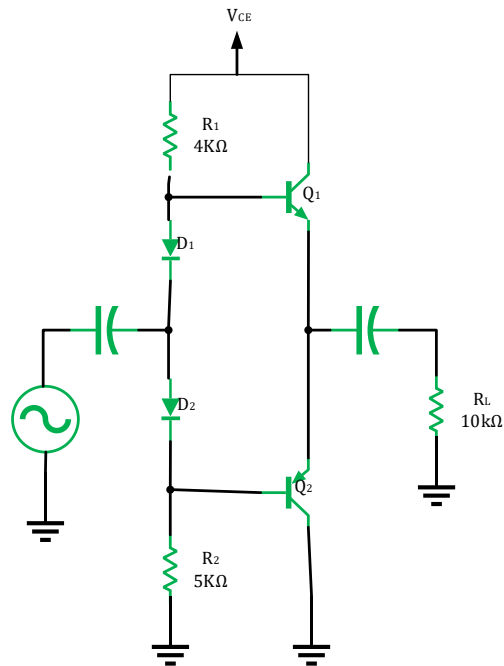
98. Find input resistance, voltage gain, current gain, power gain for the amplifier and calculate overall voltage gain in Decibels.  $\alpha = 0.996$ ;  $V_{CE} = 10V$ ;



99. Дараах бодлогоны  $V_{DSS}=4,3 \text{ mA}$   $I_D=1.91\text{mA}$ ,  $V_{GS}=2.7 \text{ V}$ ;  $R_d = 3.3\text{k}$  бол гаралтын хүчдэл ба  $g_m$  – г ол.

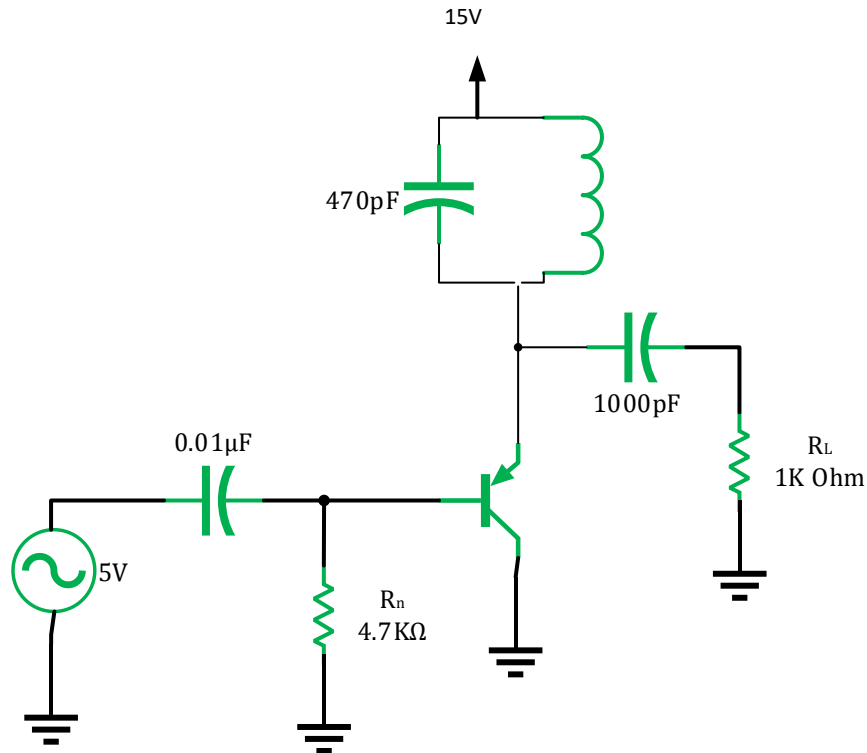


100. What is the quiescent collector current and maximum efficiency of the amplifier.  $V_{cc} = 20\text{V}$

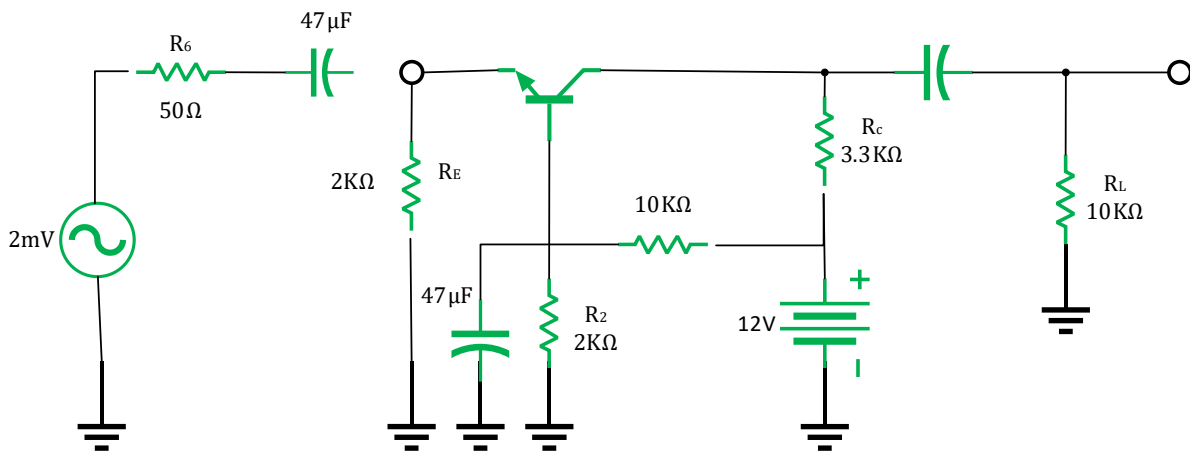


101. What is the worst power dissipation and band width ?

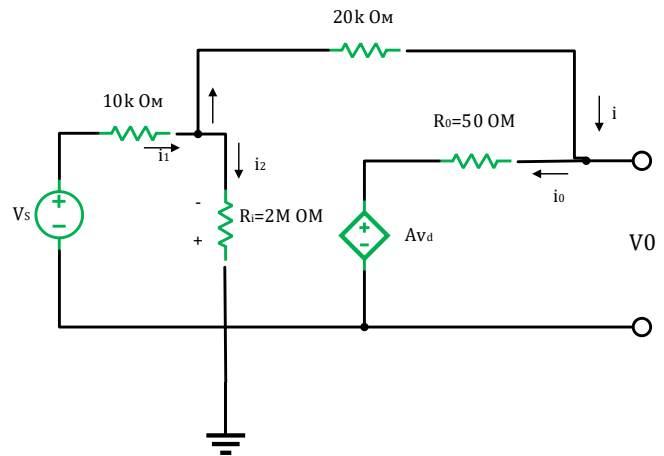
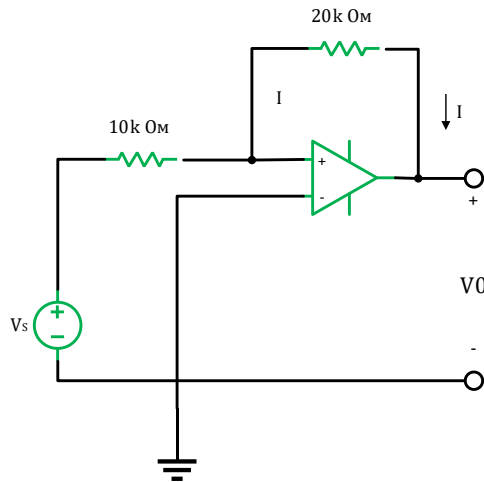
$L = 2 \cdot 10^{-6} \text{ H}$ ;  $Q_L = 100$  – Quality factor of coil.



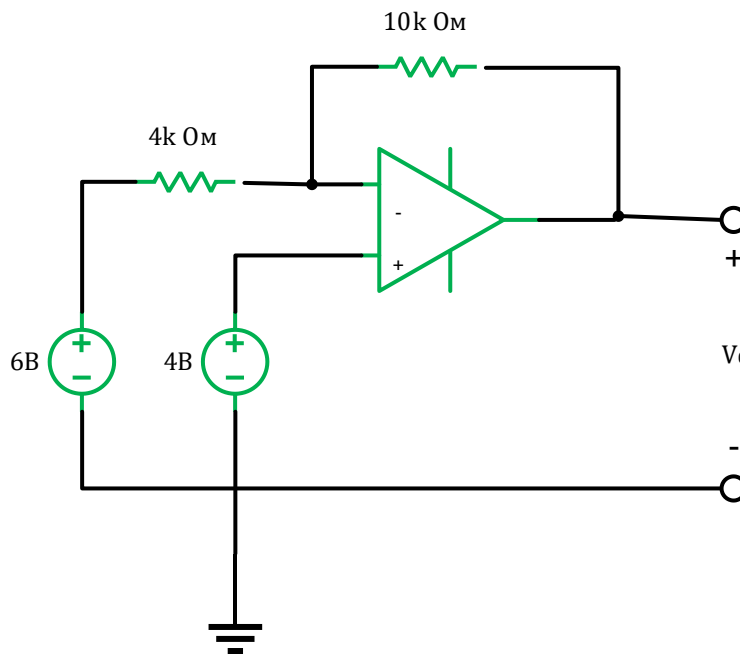
102. a. What is the approximate voltage gain  
 b. What is input impedance loading into the emitter? What is impedance of the stage?  
 c. With an input of 2 mV from the generator, what is the value of  $V_{out}$ ?



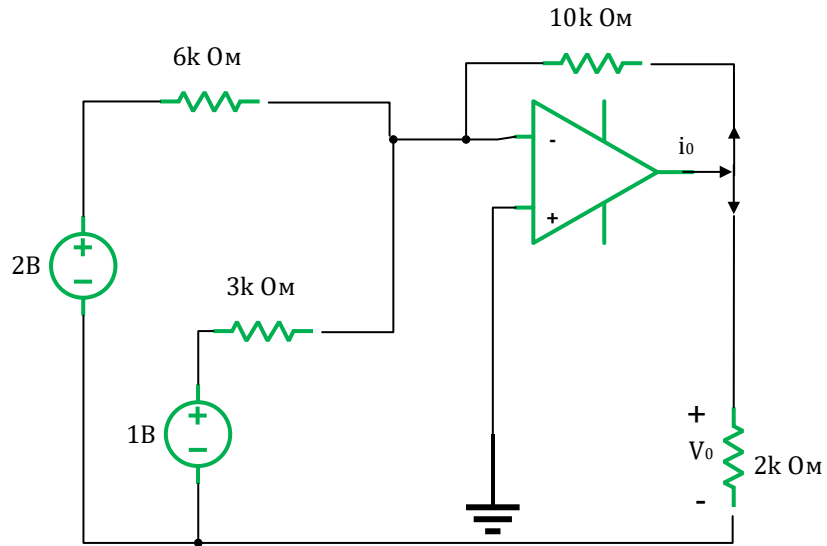
103. A741 үйлдлийн өсгөгчийн  $A = 2 \cdot 10^5$ ,  $R_i = 2M\Omega$ ,  $R_o = 50\Omega$  бол зурагт үзүүлсэн хэлхээний битүү хэлхээний өсөлт  $V_o/V_s$  харьцааг ол. Мөн  $i$  гүйдлийг  $V_s = 2B$  үед тооцоол.



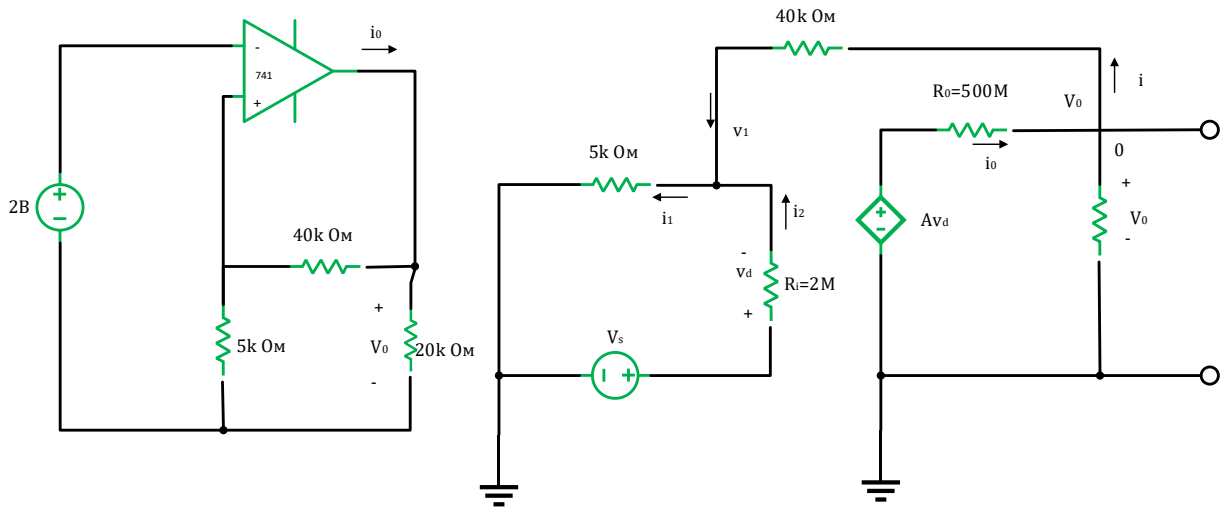
104.  $V_o$  хүчдэлийг суперпозицын зарчим болон зангилааны аргаар ол.



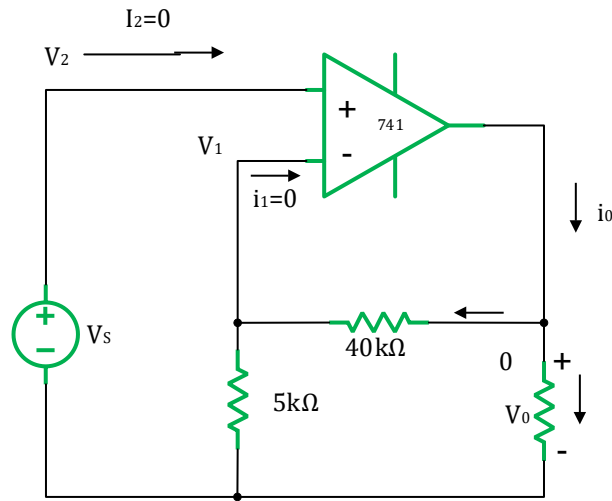
105.  $V_o$  болон  $i_o$  утгуудыг тооцоол.



106. Үйлдлийн өсгөгчийг дараах байдлаар холбосон.  $V_s = 1\text{В}$  бол  $V_o$  болон  $i_o$  гүйдлийн ол.

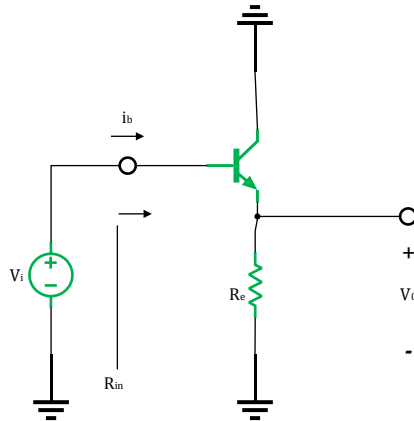


107. Үйлдлийн өсгөгчийг дараах байдлаар холбосон.  $V_s = 1\text{В}$  бол  $V_o$  болон  $i_o$  гүйдлийн идеаль үед ол.



108.  $V_o = 3V_2 - 5V_1$  байх өсгөгчийн хэлхээ зохио.

109. Эмиттерийн давтагчийг Т моделиор орлуулан оролтын эсэргүүцэл болон хүчдэлийн өсгөлтийг  $r_e, R_E, \beta$  - аас хамааруулан тодорхойл.

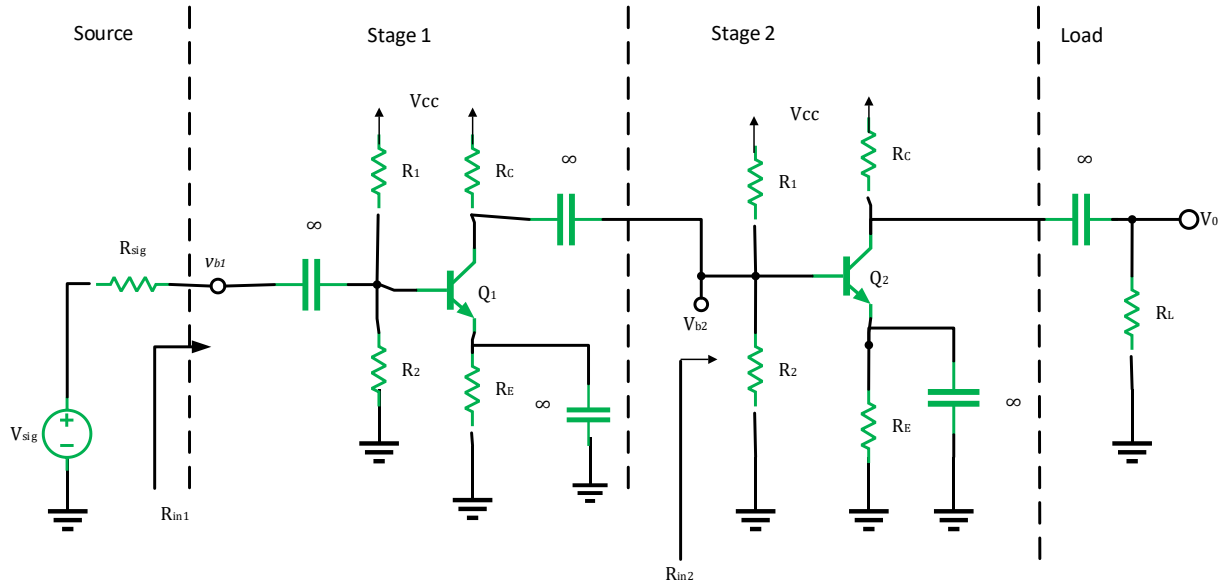


110. Хоёр ижилхэн шатлан холбогдсон ерөнхий эммитертэй өсгөгчийг үзүүлэв.

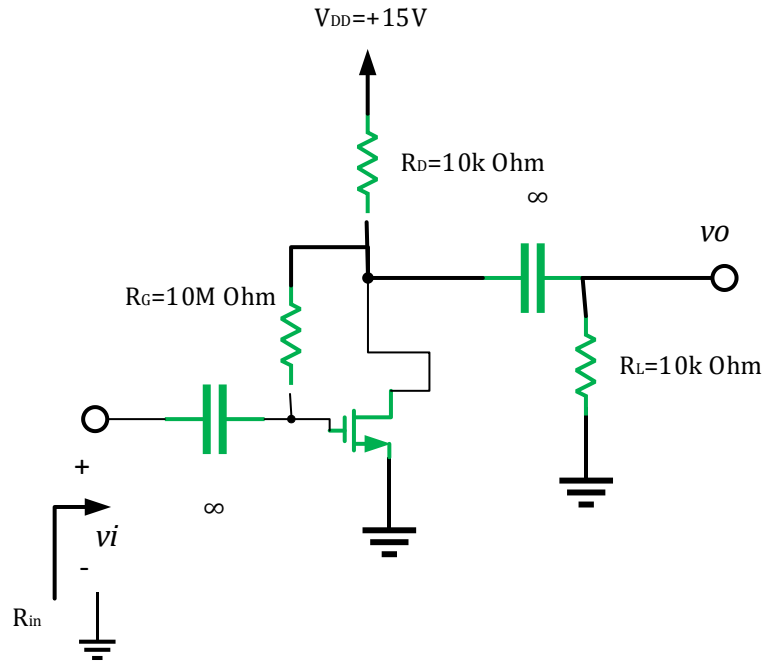
$$V_{CC} = 15V, R_1 = 100k\Omega, R_2 = 47k\Omega, R_E = 3.9k\Omega, R_C = 6.8k\Omega, R_{sig} = 5k\Omega, R_L = 2k\Omega, \beta = 100$$

- Транзистор тус бүрийн коллекторын тогтмол гүйдэл, хүчдэлийг тооцоол.
- $R_{in1}, R_{in2}$  -ийг тооцоол.

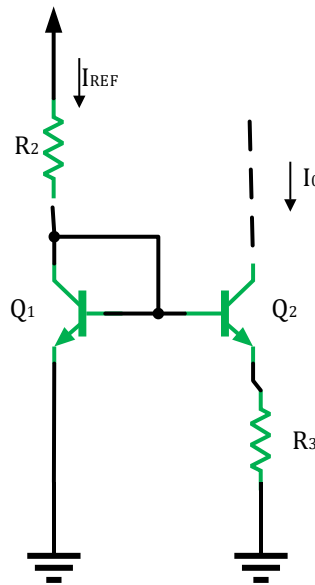
с) Ерөнхий хүчдэлийн өсгөлт  $v_o/v_{sig}$  -ийг тооцоол.



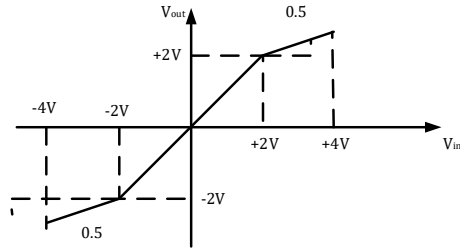
111.  $V_t = 1.5V, k_n'(W/L) = 0.25mA/V^2, V_A = 50V$  бол оролтын эсэргүүцэл болон сул дохионы хүчдэлийн өсгөлтийг тооцоол.



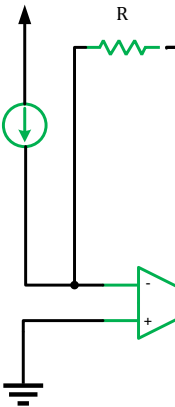
112.  $I_{REF} = 1mA$ , энэ үеийн бааз эммитерийн хүчдэл нь  $V_{BE1} = 0.7V$ ,  $I_O = 10\mu A$  бол  $R_3$  эсэргүүцлийн хэмжээг тооцоол.



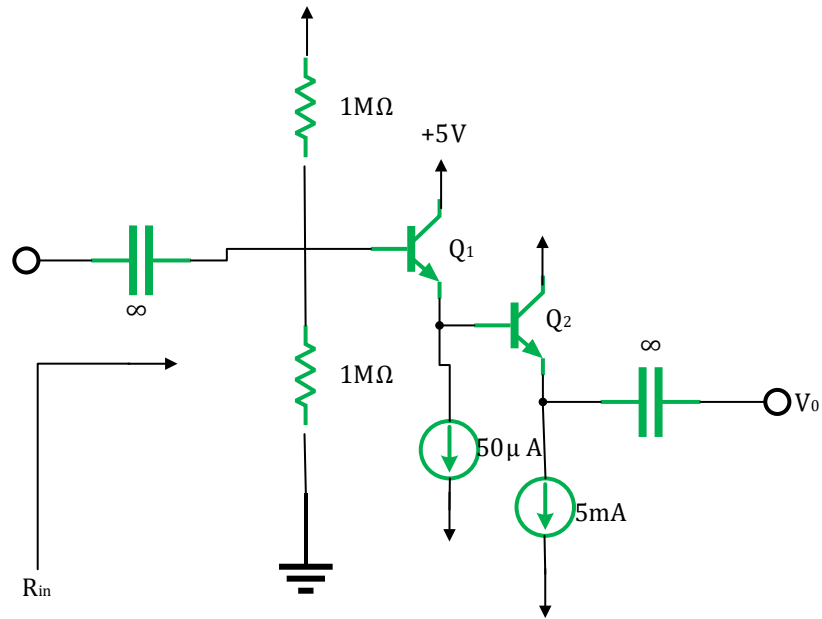
113. Идеаль диод ба бусад элементүүдийг хэрэглэн дараах зурагт үзүүлсэн характеристиктай хэлхээг зохио. Эсэргүүцлийн утга ялгаатай байж болно.



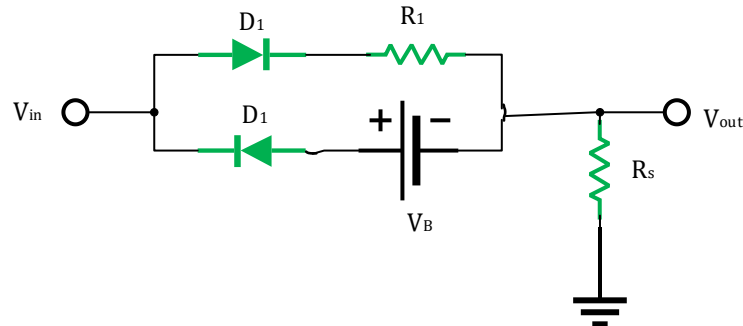
114. Идеаль үйлдлийн өсгөгчтэй хэлхээг үзүүлэв.
- 1,2,3,4 зангилаанууд дээрх  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  эсэргүүцлүүдийг ол.
  - $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  гүйдлүүдийг оролтын гүйдэл  $I$  -аас хамааруулан ол.
  - 1, 2, 3, 4 зангилаануудын хүчдэлүүдийг  $I$  болон  $R$  -ээс хамааруулан ол.



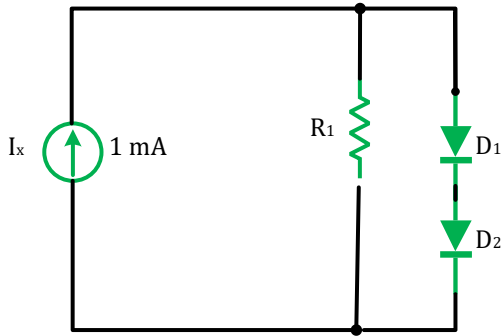
115. Транзистор Q1 -ын өсгөлт  $\beta_1 = 50$  Транзистор Q2-ын өсгөлт  $\beta_2 = 100$ ,  $V_{BE} = 0.7V$  ба  $r_o$  -ийн нөлөөг хэрэгсэхгүй байж болно.
- Транзистор тус бүрийн эмиттерийн тогтмол гүйдлүүд болон баазын хүчдэлүүдийг  $/V_{B1}, V_{B2}/$  ол.
  - Хэрэв ачааны  $R_L = 1k\Omega$  эсэргүүцэл гаралтад залгагдсан бол  $\frac{V_o}{V_{b2}}$  хүчдэлийн өсгөлтийг тооцоол.



116. Диод шууд биастай үед  $0.7V$  хүчдэл унана гэж тооцно.  $V_B=2V$  бол хэлхээний оролт гаралтын характеристикийг зурна уу.



117. Диодын шүүрлийн гүйдэл  $I_S = 5 \times 10^{-16} A$  ба  $R_1$  эсэргүүцлээр  $0.5mA$  гүйдэл гүйнэ.  $R_1$  эсэргүүцлийн хэмжээг тодорхойл.

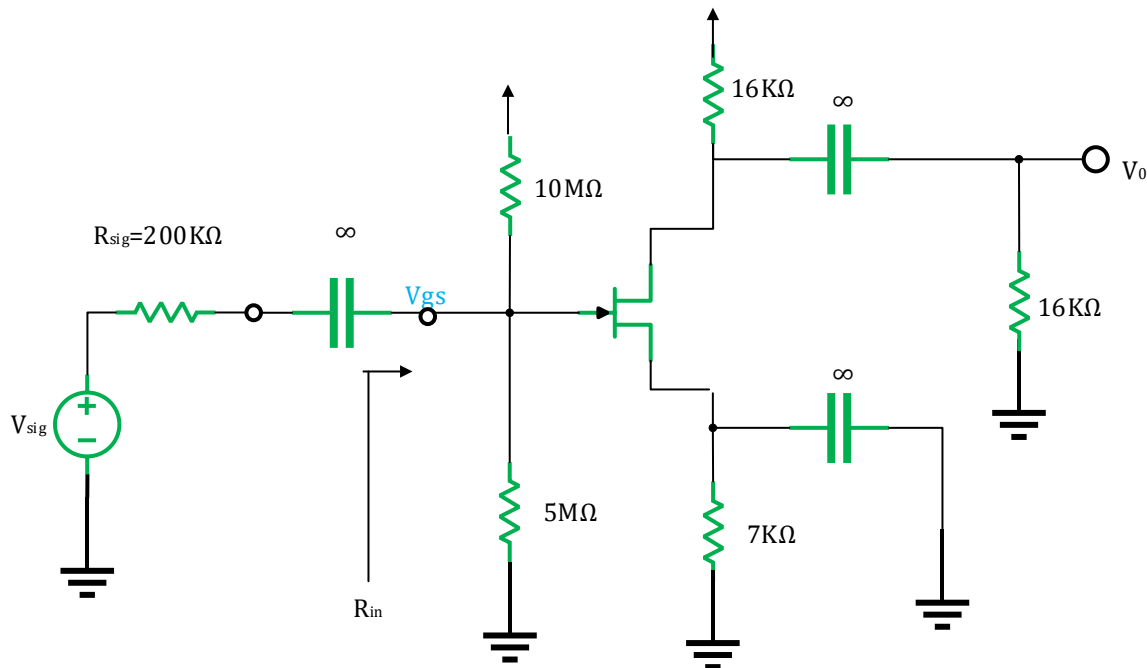


118. Дараах өсгөгчийн хувьд  $V_t = 1V$ ,  $k_n = 4mA/V^2$  бол

a) Гэйт сурвалжийн хүчдэл  $V_{GS}$ , драйн сурвалжийн гүйдэл  $I_D$  нарыг тодорхойл.

b) Хэрэв  $V_A = 100V$  бол  $g_m, r_o$  -ийг ол

c)  $R_{in}$  болон  $v_o/v_{gs}$  -ийг тооцоол.



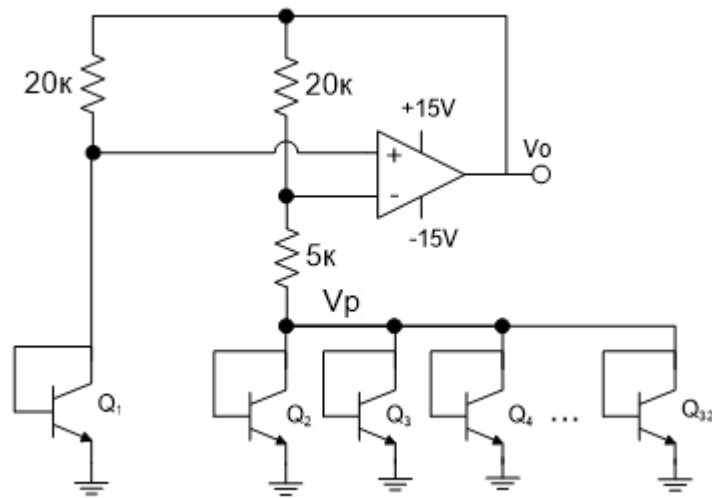
119. Тулгуур хүчдэлийн энэ хэлхээний  $Y\Theta$  нь идеаль,  $Q_1, \dots, Q_{32}$  транзисторууд нь ижил параметртэй бөгөөд гүйдэл өсгөлтийн  $\beta$  коэффициент нь хязгааргүй гэж үзэхээр их. Транзисторуудын коллекторын гүйдэл нь баз-эмиттерийн  $V_{BE}$  хүчдэлээс

$I_C = I_S \cdot e^{V_{BE}/V_T}$  тэгшитгэлээр хамаарч өөрчлөгдөнө. Үүнд:  $I_S$  нь дулааны ханалтын гүйдэл. Зурагт тэмдэглэсэн  $V_P$  потенциал нь  $V_P = 0.7V$  бөгөөд температурын потенциал  $V_T = 26mV$

бол өсгүүрийн гаралтын

$V_o/V_o$

хүчдэлийг ол.



120. Систем тэгшитгэл боддог хэлхээний  $x$  оролт,  $y$  гаралт бол хэлхээний дизайн хий.

$$\{5x+2y=20x+y=6\}$$

121. Өсгүүрийн оролтуудад зурагт харуулсан дохионуудыг өгчээ. Гаралтын хүчдэлийн графикийг зурж харуулна уу.

