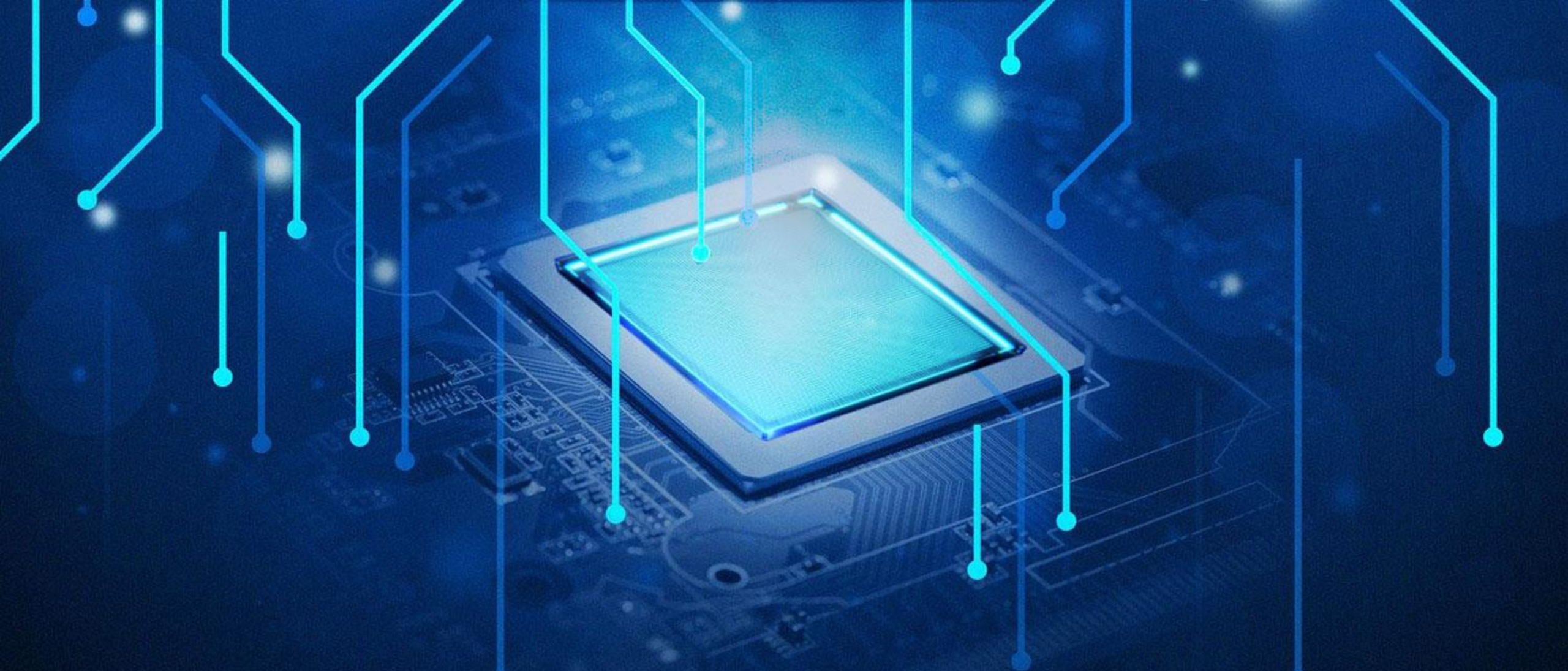


Basics of Electronics

Chapter-14

Transistor working line

Lecturer: Uyanga. O, Ms



Transistor working line

Content Агуулга

01

Transistor working line
Транзисторын ажлын шулуун

02

Транзисторын ажлын цэг болон
шулууныг тодорхойлох

03

Транзисторын хэлхээний
холболтууд

04

Дасгал ажил

Транзисторын ажлын шулуун

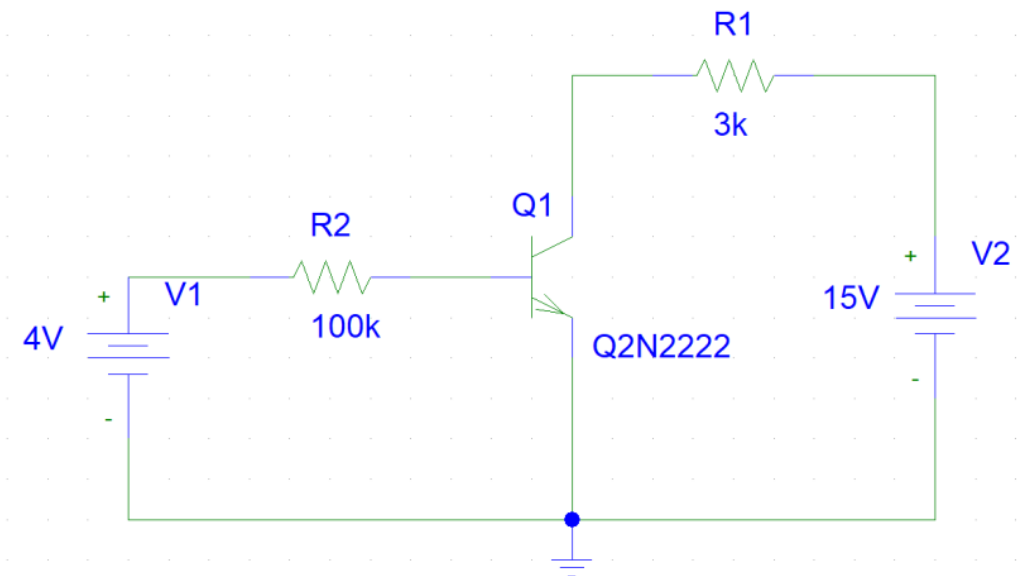
Доорх зурагт үзүүлсэн хэлхээний хувьд транзистор ямар төлөвт ажиллаж байгааг бүгдээрээ олж тогтооё. Үүнд: өсгөлтийн коэффициент буюу $\beta = 100$ гэж үзье.

$$I_b = (4V - 0.7V) / 100k = 0.033mA$$

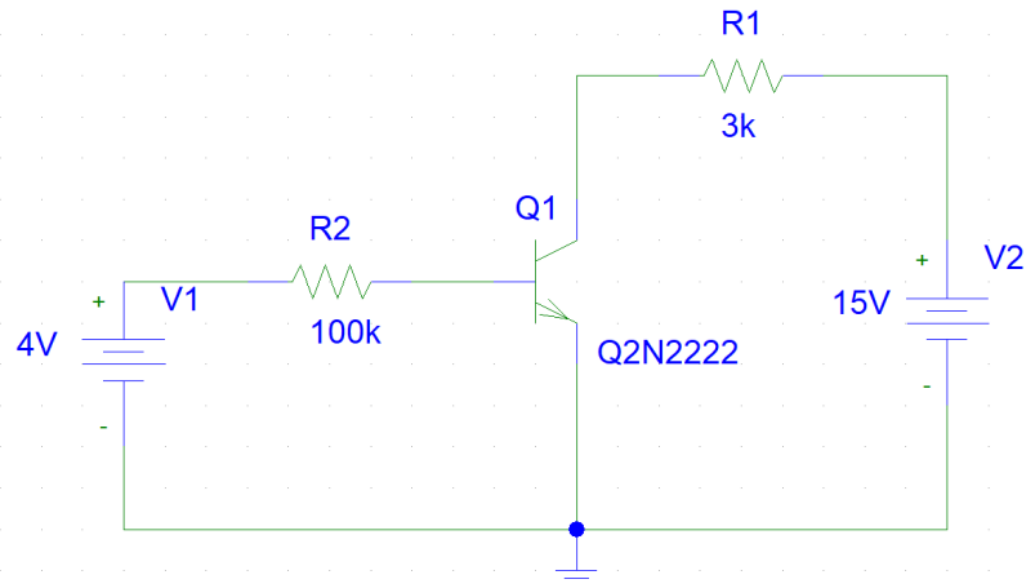
$$I_c = 100 * 0.033mA = 3.3mA$$

$$V_{CE} = 15V - (3.3mA * 3k) = 8,4V$$

Тус хэлхээнд V=Вольт байна.



Транзисторын ажлын шулуун



Энэ хэлхээний тооцооноос харвал коллекторын гүйдэл, коллектор-эмиттерийн хүчдэл хоёр тэгээс их байгаа тул транзистор идэвхитэй төлөвт ажиллаж байна гэж үзнэ. Одоо тус хэлхээний транзисторын ажлын шулууныг байгуулан түүн дээр ажлын цэгийг тэмдэглэцгээе.

Транзисторын ажлын шулуун

1. Эхний ээлжинд транзисторын ханалтын төлвийг тогтооё ($V_{ce} = 0$ $I_C = I_{C(MAX)}$). Ерөнхий эмиттертэй хэлхээний хувьд ханалтын гүйдэл нь $I_{C(MAX)} = V_{CC}/R_C$ байх тул $I_{C(MAX)} = 15V/3k = 5mA$

2. Дараагийн алхамд транзисторын хэрчилтийн төлвийг тогтооё. ($I_C = 0$ $V_{ce} = V_{ce(MAX)}$) . Ерөнхий эмиттертэй хэлхээний хувьд хэрчилтийн хүчдэл нь $V_{ce(MAX)} = V_{CC}$ байна. Тэгэхээр $V_{ce(MAX)} = 15V$ болно.



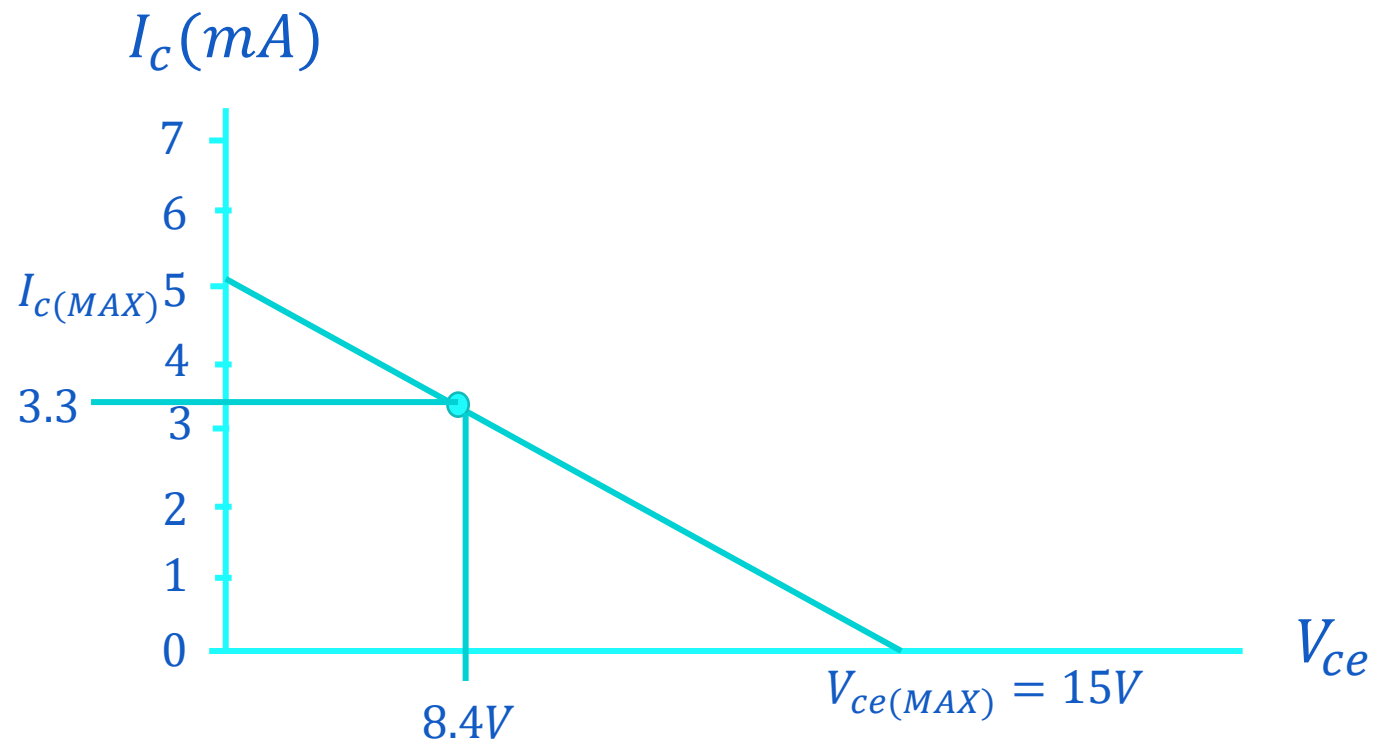
Транзисторын ажлын шулуун

3. Транзисторын коллекторын муруй дээр ханалтын ($I_{C(MAX)} = 5mA$ $V_{ce} = 0$) ба хэрчилтийн ($I_C = 0$ $V_{ce(MAX)} = 15V$) цэгүүдийг тэмдэглээд эдгээр цэгүүдийг холбосон шулуун татна. Үүнийг ажлын шулуун гэх бөгөөд транзисторын ажлын цэгүүд энэ шулууны дагуу тодорхойлогддог.

4. Транзисторын ажлын цэгийг ($I_C = 3,3mA$ $V_{ce} = 8,4V$) тэмдэглэе. Ажлын цэг нь ажлын шулуун ба коллекторын муруйны баазын гүйдлийн $I_b = 0,033mA$ муруйтай огтлолцсон цэгт давхцдаг.

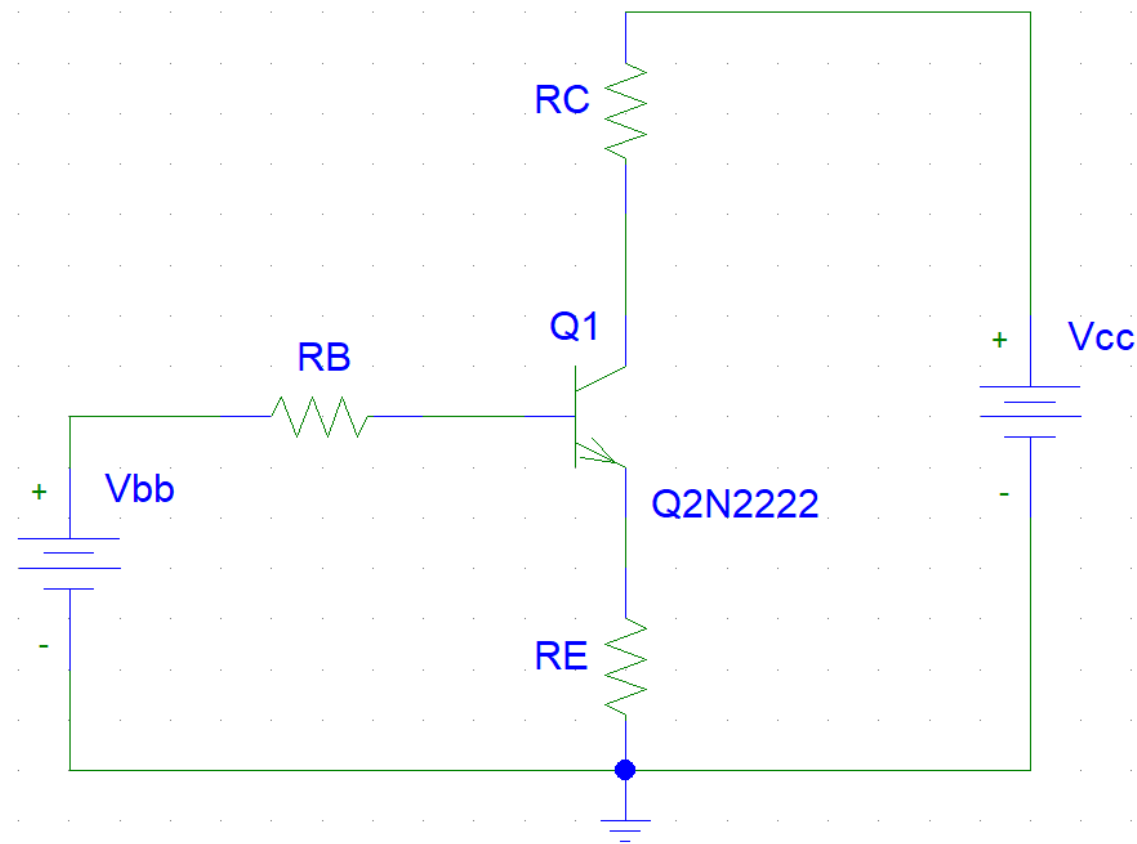
Транзисторын ажлын шулуун

Транзисторын ажлын шулууны цэг болгон нь транзисторын коллектор-эмиттерийн хүчдэл, коллекторын гүйдэл, баазын гүйдлийн утгуудыг тус тус тодорхойлдог.



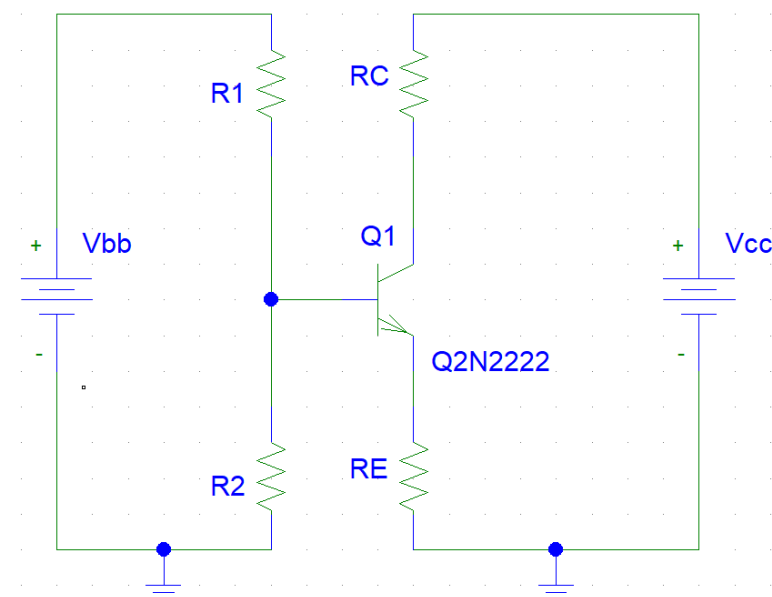
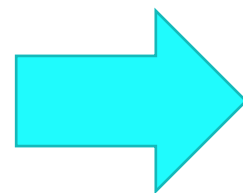
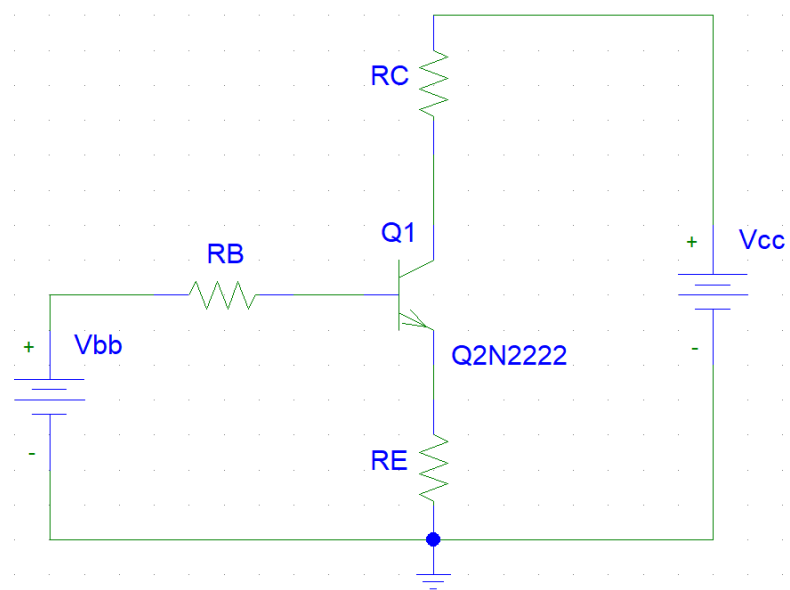
Транзисторын ажлын цэг болон шулууныг тодорхойлох

Зураг дээрх хэлхээний утгуудыг тайлбарлая.
RC-коллекторын эсэргүүцэл
RB-баазын эсэргүүцэл
RE-эммитерийн эсэргүүцэл
Q1-Q2N2222 транзистор



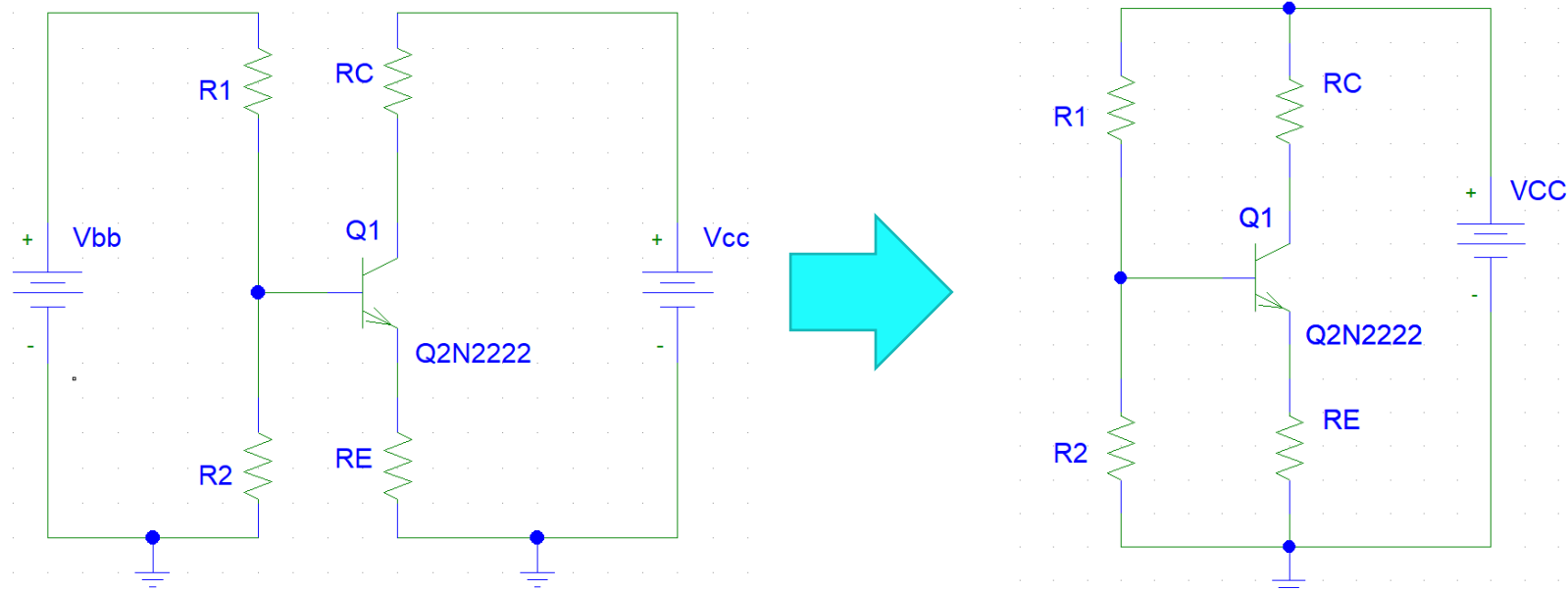
Транзисторын ажлын цэг болон шулууныг тодорхойлох

Баазын хүчдлийг $R1$, $R2$ хүчдэл хуваагчийн тусламжтайгаар дурын утгатай байхаар өөрчилж болдог.



Транзисторын ажлын цэг болон шулууныг тодорхойлох

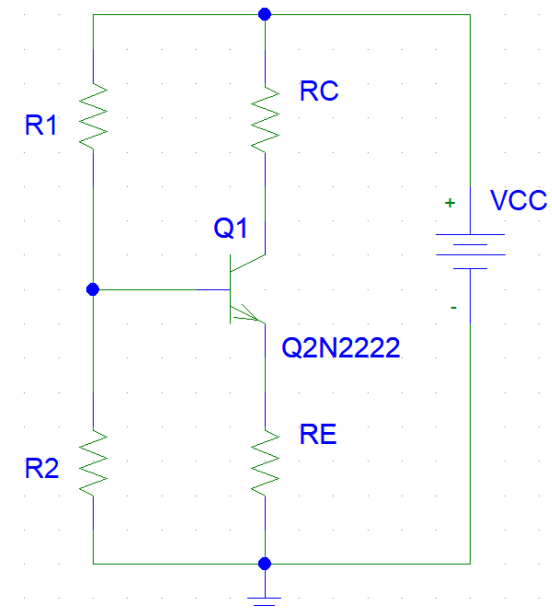
Иймээс баазын хүчдлийг $R1$, $R2$ хүчдэл хуваагчийн тусламжтайгаар өөрчилж болох учир баазын хүчдлийг коллекторын хүчдэлтэй адилхан байхаар сонгож авья. Практикт хэлхээ нь нэг тэжээлийн үүсгүүртэй байх нь хялбар байдаг учраас $R1$, $R2$ хүчдэл хуваагчийг ашиглаж болно.



Транзисторын ажлын цэг болон шулууныг тодорхойлох

Доорх хэлхээг хүчдэл хуваагч ашигласан эмиттерийн хэлхээ гэх бөгөөд энэ нь транзисторын эмиттерийн хэлхээний практикт өргөн ашиглагддаг хэлхээ юм. Ингээд хүчдэл хуваагч ашигласан эмиттерийн хэлхээнд транзисторын 2-р ойролцоогоор загварчилан тооцоо хийж үзье.

$$V_b = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{cc}$$
$$V_e = V_b - 0.7V$$
$$I_e = \frac{V_e}{R_e}$$
$$I_c \approx I_e$$
$$I_b = I_c / \beta$$
$$V_c = V_{cc} - I_c R_c$$
$$V_{ce} = V_c - V_e$$
$$V_{ce(max)} = V_{cc} - V_e$$
$$I_{c(max)} = \frac{V_{ce(max)}}{R_c}$$



Транзисторын ажлын шулууныг тодорхойлох

Жишээ нь:

$$V_b = \frac{3k}{3k + 10k} * 10V = 2.3V$$

$$V_e = 2.3V - 0.7V = 1.6V$$

$$I_e = 1.6V / 1k = 1.6mA$$

$$I_c \approx 1.6mA$$

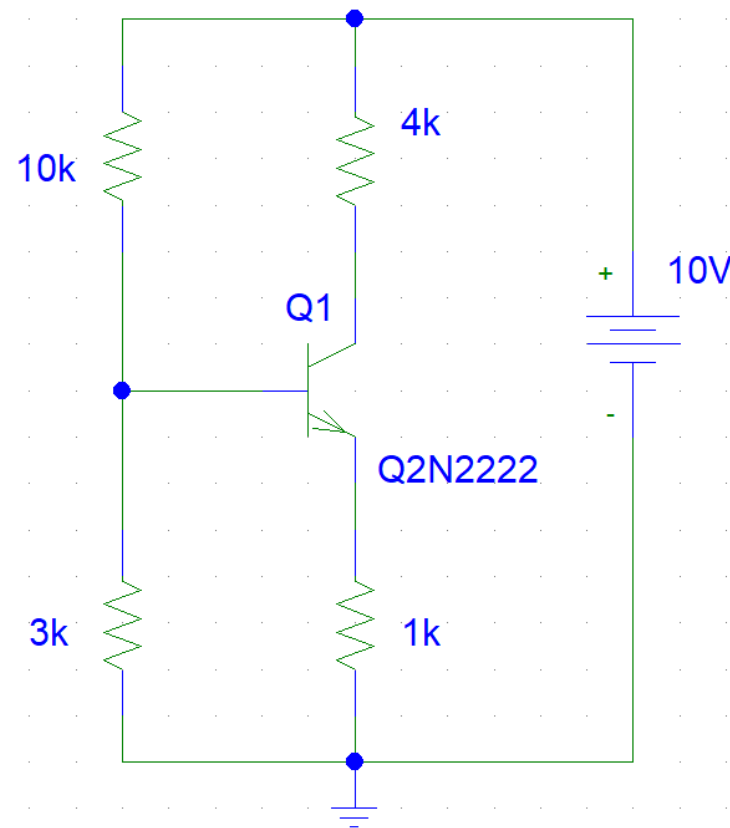
$$V_c = 10V - 1.6mA * 4k = 3.6V$$

$$V_{ce} = 3.6V - 1.6V = 2V$$

идэвхтэй төлөвт байна.

$$V_{ce(max)} = 10V - 1.6V = 8.4V$$

$$I_c(max) = 8.4V / 4k = 2.1mA$$



Транзисторын ажлын шулууныг тодорхойлох

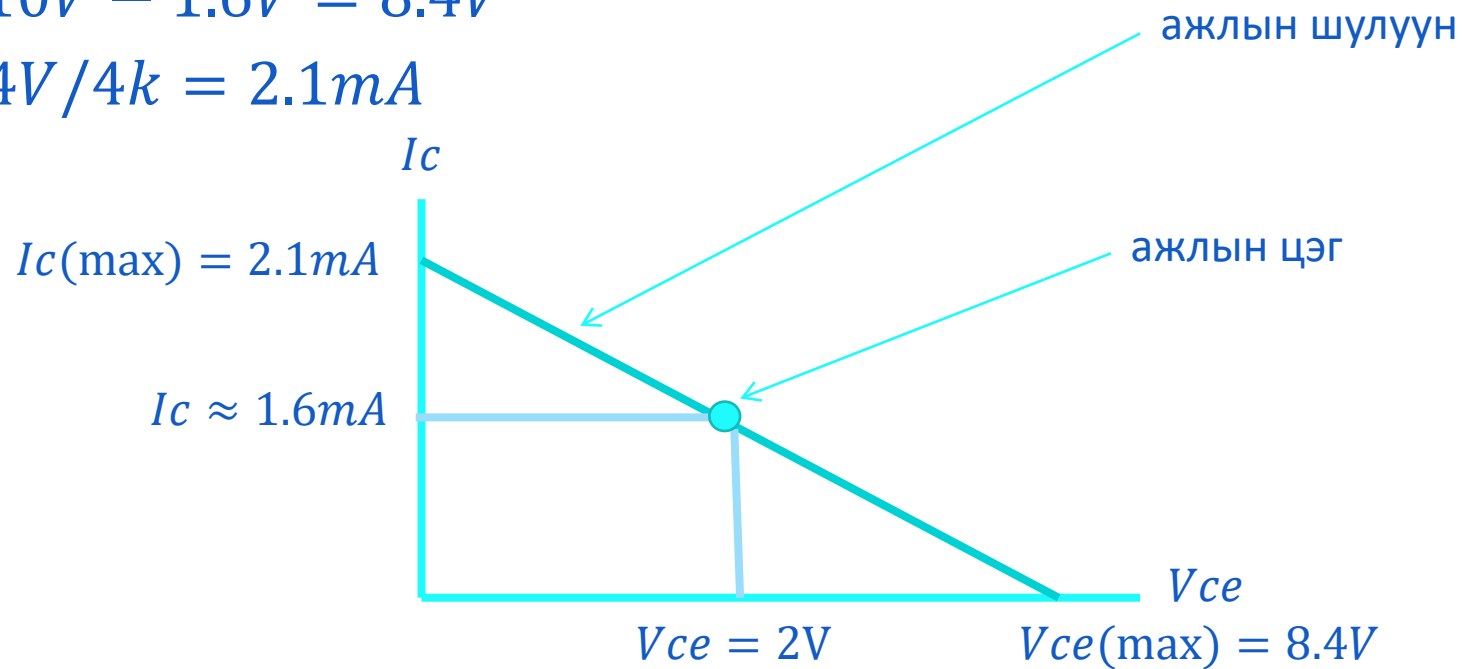
Дээрх хэлхээний ажлын шулуун болон ажлын цэгийг байгуулья.

$$I_c \approx 1.6\text{mA}$$

$$V_{ce} = 3.6\text{V} - 1.6\text{V} = 2\text{V}$$

$$V_{ce(\text{max})} = 10\text{V} - 1.6\text{V} = 8.4\text{V}$$

$$I_{c(\text{max})} = 8.4\text{V} / 4\text{k} = 2.1\text{mA}$$



Транзисторын ажлын шулууныг тодорхойлох

Транзисторын коллекторын эсэргүүцлийг 0 болгон өөрчилж

үзье.

$$V_b = \frac{3k}{3k + 10k} * 10V = 2.3V$$

$$V_e = 2.3V - 0.7V = 1.6V$$

$$I_e = 1.6V / 1k = 1.6mA$$

$$I_c \approx 1.6mA$$

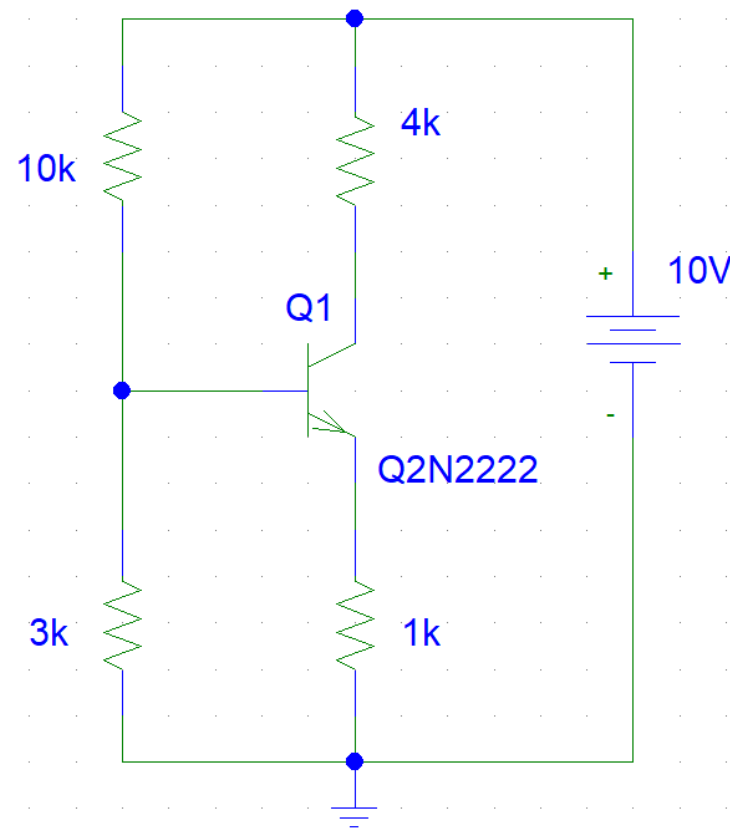
$$V_c = 10V - 1.6mA * 0 = 10V$$

$$V_{ce} = 3.6V - 1.6V = 2V$$

идэвхтэй төлөвт байна.

$$V_{ce(max)} = 10V - 1.6V = 8.4V$$

$$I_c(max) = 8.4V / 0 = \infty$$



Транзисторын ажлын цэг болон шулууныг тодорхойлох

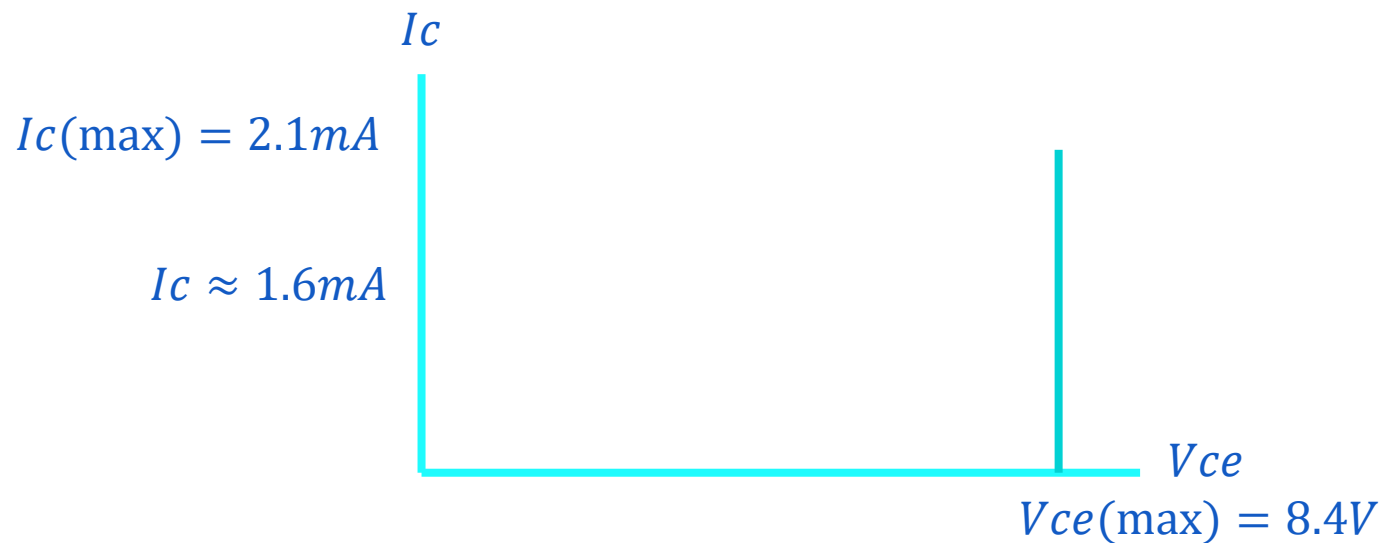
Дээрх хэлхээний ажлын шулуун болон ажлын цэгийг байгуулья.

$$I_c \approx 1.6mA$$

$$V_{ce} = 3.6V - 1.6V = 2V$$

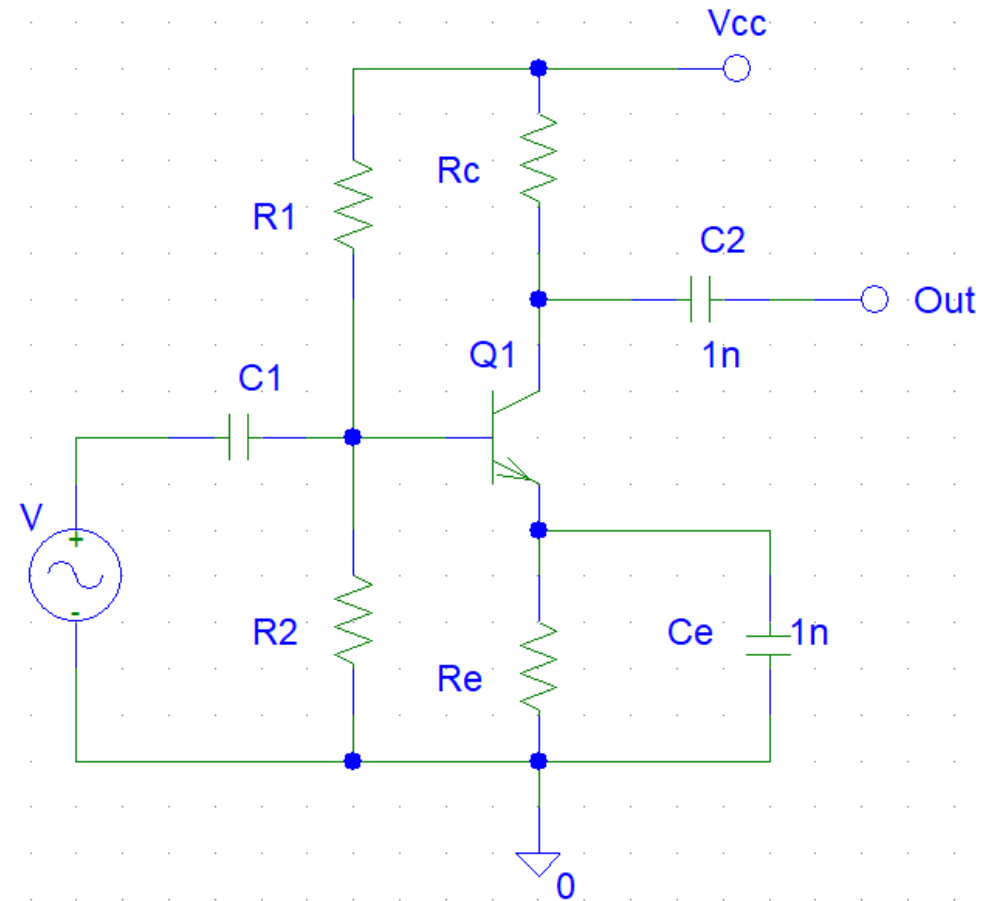
$$V_{ce(max)} = 10V - 1.6V = 8.4V$$

$$I_c(max) = 8.4V / 0 = \infty$$



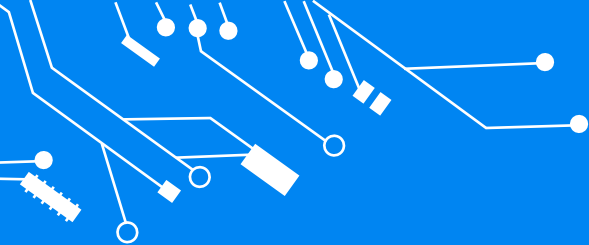
Транзисторын ажлын шулууныг тодорхойлох

Өмнөх слайданд үзсэн транзисторын ажлын шулууныг бид бүгд тогтмол гүйдэл үүсгүүртэй хэмээн тооцож анализ хийсэн бол одоо бүгдээрээ хувьсах гүйдлийн үүсгүүртэй хэлхээг авч үзье. Хажуу талын хэлхээний хүчдлийн үүсгүүрийг анзаарна уу.

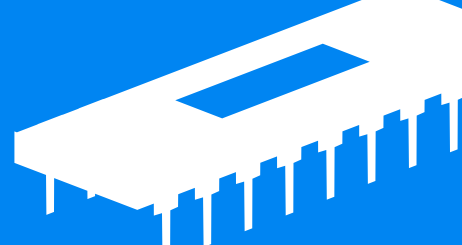


Транзисторын ажлын шулууныг тодорхойлох

Дээрх хэлхээний хувьд эмиттерийн гүйдэл ба бааз эмиттерийн хоорондох хүчдлийн хамаарал нь шугаман бус байдаг. Харин бааз-эмиттерийн хүчдэл өөрчлөгдөхөд эмиттерийн гүйдэл шугаман хамааралтайгаар өөрчлөгдөхгүй. Иймээс бааз-эмиттерийн хүчдлийг маш бага далайцтайгаар өөрчлөхөд баазын гүйдэл шугаман хамааралтайгаар өөрчлөгдөнө. Тогтмол гүйдлийн өсгөлтийн коэффициент бетта $\beta = I_c / I_b$ байна гэж үзсэн бол хувьсах гүйдлийн өсгөлтийн коэффициент $\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$ байна.



Транзисторын ажлын шулууныг тодорхойлох

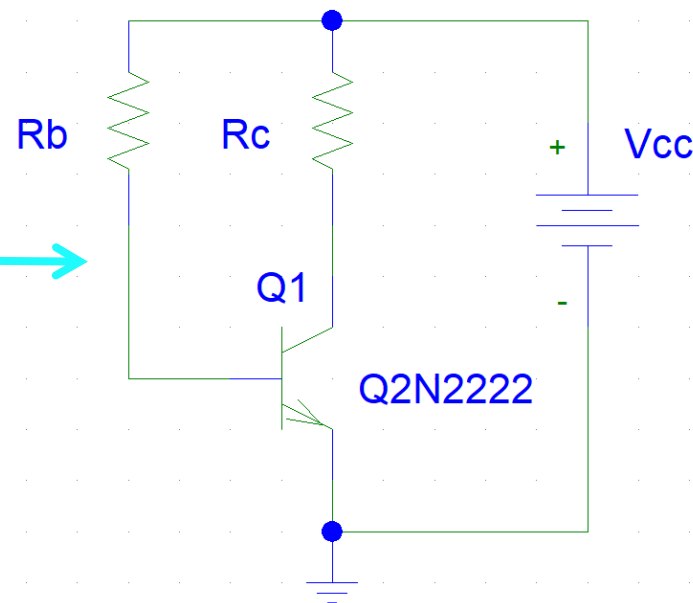


Хувьсах гүйдлийн үүсгүүртэй хэлхээний хэрчилтийн хүчдэл тогтмол үүсгүүртэй (DC) хэлхээний коллекторын эсэргүүцэл болон хувьсах үүсгүүртэй (AC) хэлхээний коллекторын эсэргүүцлийн хэмжээгээр багасна. Иймээс AC ажлын шулуун нь DC ажлын шулуунаас ялгаатай байна. Ажлын цэг Q -ийн байрлалаас шалтгаалан коллекторын гүйдлийг ихэсгэхэд коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдэл дээд болон доод хэсгээсээ тайрагдах боломжтой юм.

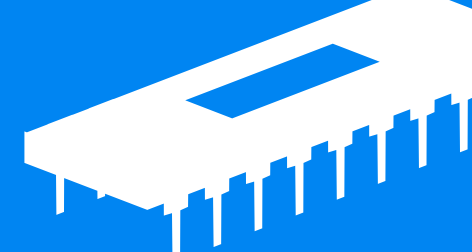
Транзисторын хэлхээний холболтууд

Орчин үед транзисторуудыг ашиглалтын зориулалтаар маш олон янзаар үйлдвэрлэн гаргаж байгаа. Мөн транзисторыг олон янзын тооцоо хийн янз бүрээр холбож байна. Иймээс транзисторын зарим нэг жишээнүүдийг үзүүлье.

Транзисторын баазын хэлхээ

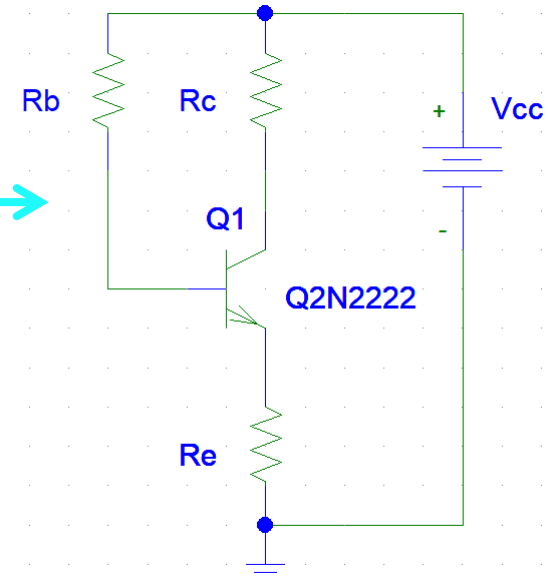


Транзисторын хэлхээний холболтууд



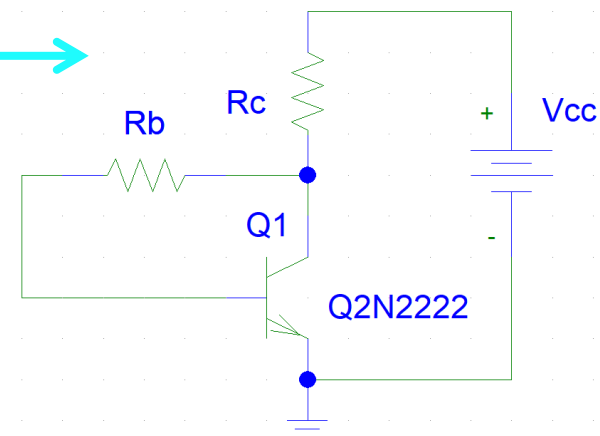
Транзисторын
эсэргүүцэлтэй хэлхээ

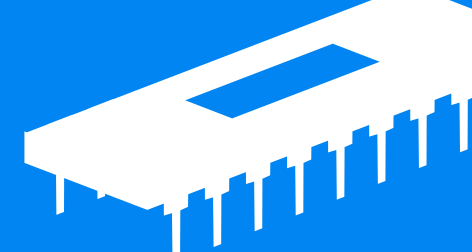
эммитерийн



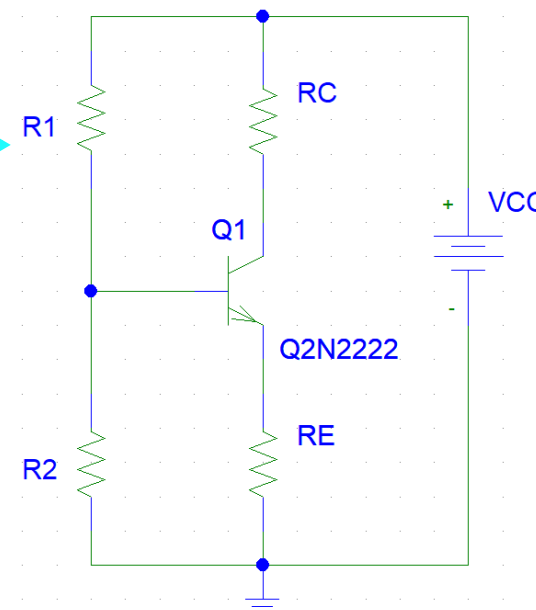
Транзисторын
холболттой хэлхээ

коллекторын гэдрэг



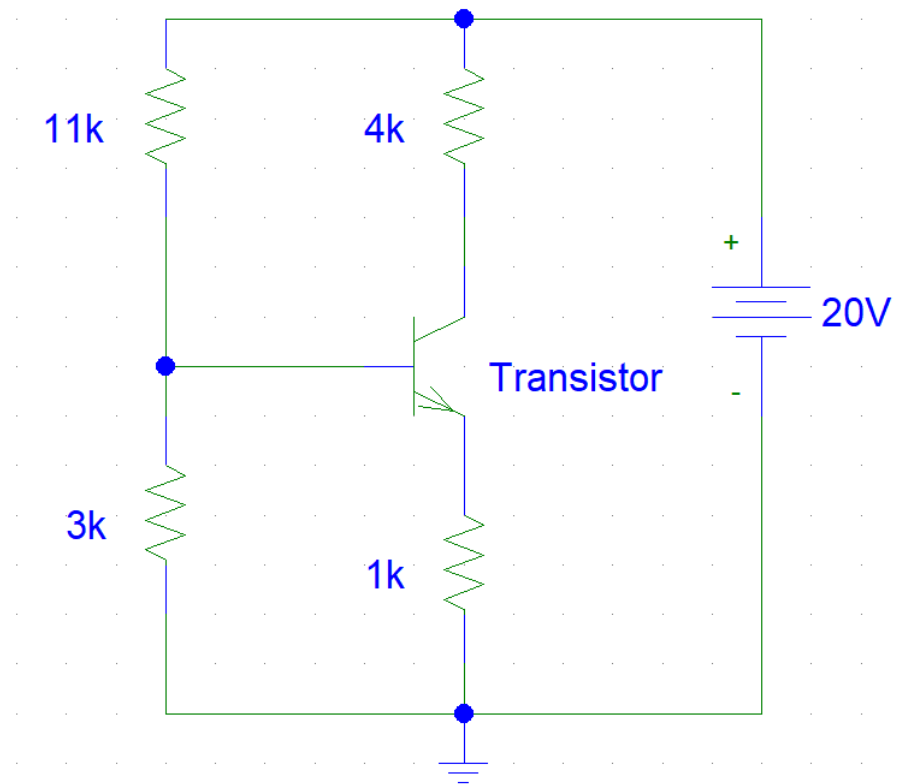


Хүчдэл хуваагчтай транзисторын хэлхээ



Дасгал ажил

Доорх хэлхээний ажлын цэг болон шулууныг зурна уу.





**THANK YOU FOR
ATTENTION**

**АНХААРАЛ
ХАНДУУЛСАНД
БАЯРЛАЛАА**



Textbook



- ✓ English: Semiconductor devices, Otgonbayar.D/
Bayanjargal.B, Enkhjargal.Ch, 2001
Mongolia: Хагас дамжуулах хэрэгсэл,
Д.Отгонбаяр/Б.Баянжаргал, Ч.Энхжаргал, 2001
- ✓ English: Basics of electronics Rentsendorj.T, Batmunkh.A /
Enkhzul.D, Munkhjargal.G, Amartuvshin.T, 2013
Mongolia:Электроникийн үндэс Т.Рэнцэндорж.,
А.Батмөнх/Д. Энхзул, Г.Мөнхжаргал, Т.Амартүвшин, 2013



Power point template design by
<https://www.free-powerpoint-templates-design.com/computer-hardware-technology-powerpoint-templates>