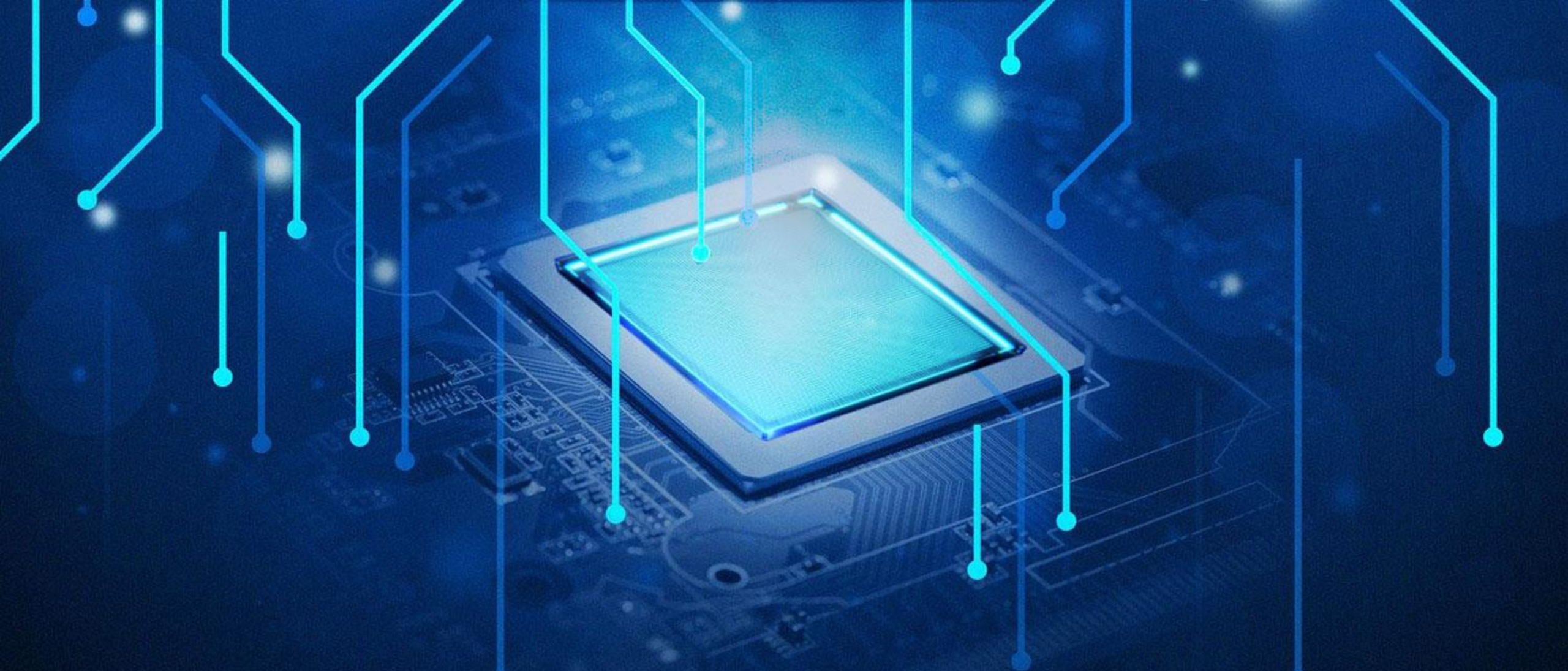


# Basics of Electronics

## Chapter-12

**Transistor circuit, curve, modeling, circuit analysis**

Lecturer: Uyanga. O, Ms



**Transistor circuit, curve, modeling, circuit analysis**

# Content Агуулга

01

Transistor circuit  
Транзисторын хэлхээ

02

Коллекторын муруй

03

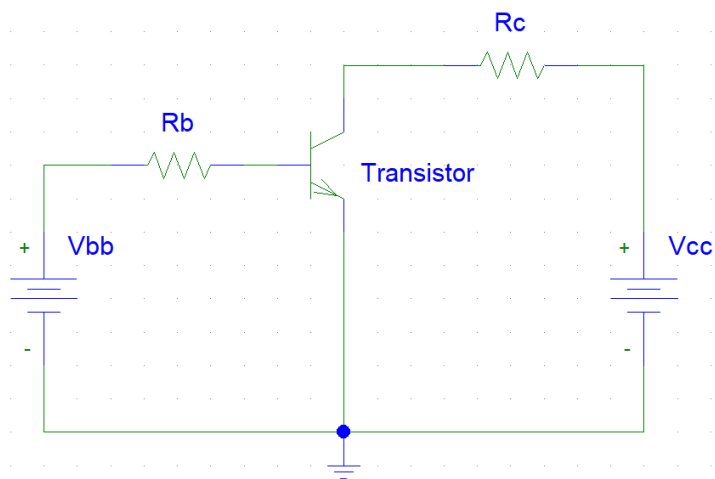
Транзисторыг загварчилах

04

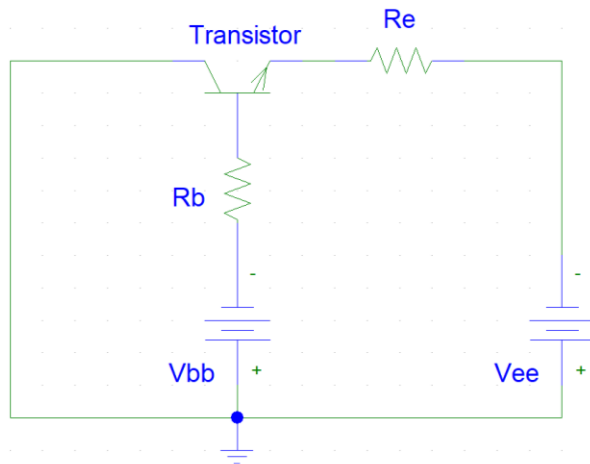
Дасгал ажил

# Транзисторын хэлхээ

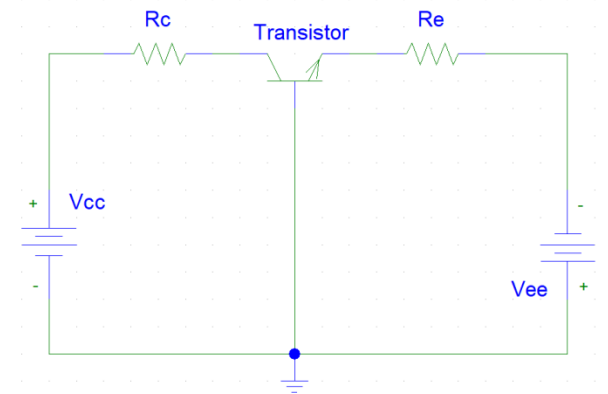
Биполяр транзисторыг хэлхээнд дараах гурван байдлаар холбодог. Өөрөөр хэлбэл транзисторын коллекторын диодыг урвуу, эмиттерийн диодыг шууд холбохын тулд транзисторыг хэлхээнд дараах 3 байдлаар холбож болно.



Ерөнхий эммитертэй хэлхээ



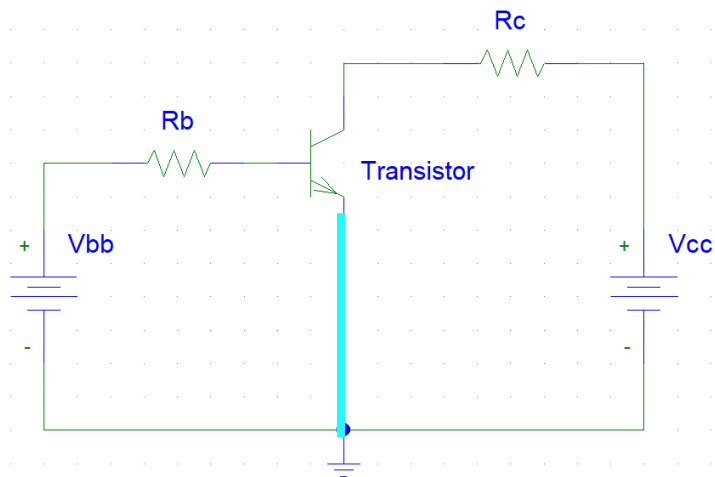
Ерөнхий коллектортой хэлхээ



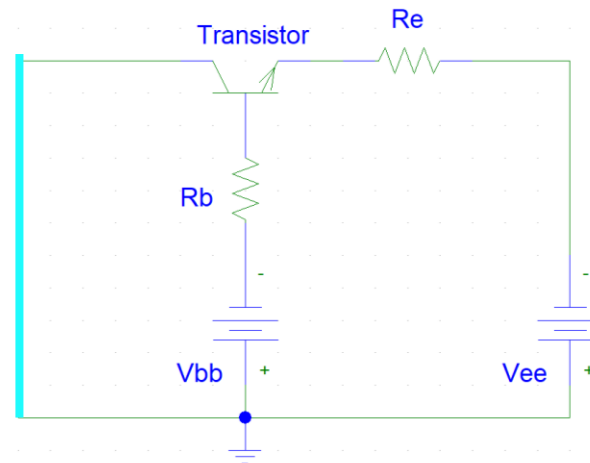
Ерөнхий баазтай хэлхээ

# Транзисторын хэлхээ

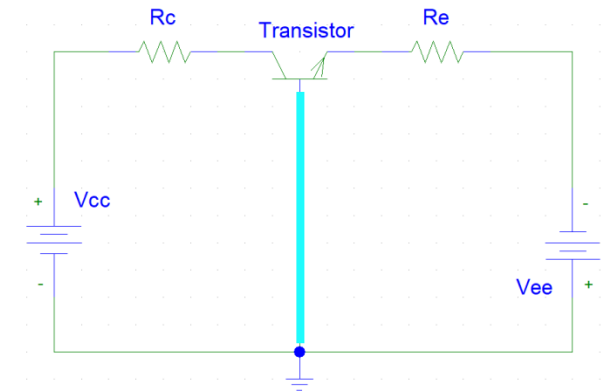
Доорх хэлхээнүүдийг өөр хооронд нь ялгахад амархан юм. Ерөнхий газардуулга ямар ч элементгүй хэсэгт холбогдсон эсэхээр нь ялгах боломжтой.



Ерөнхий эммитертэй хэлхээ



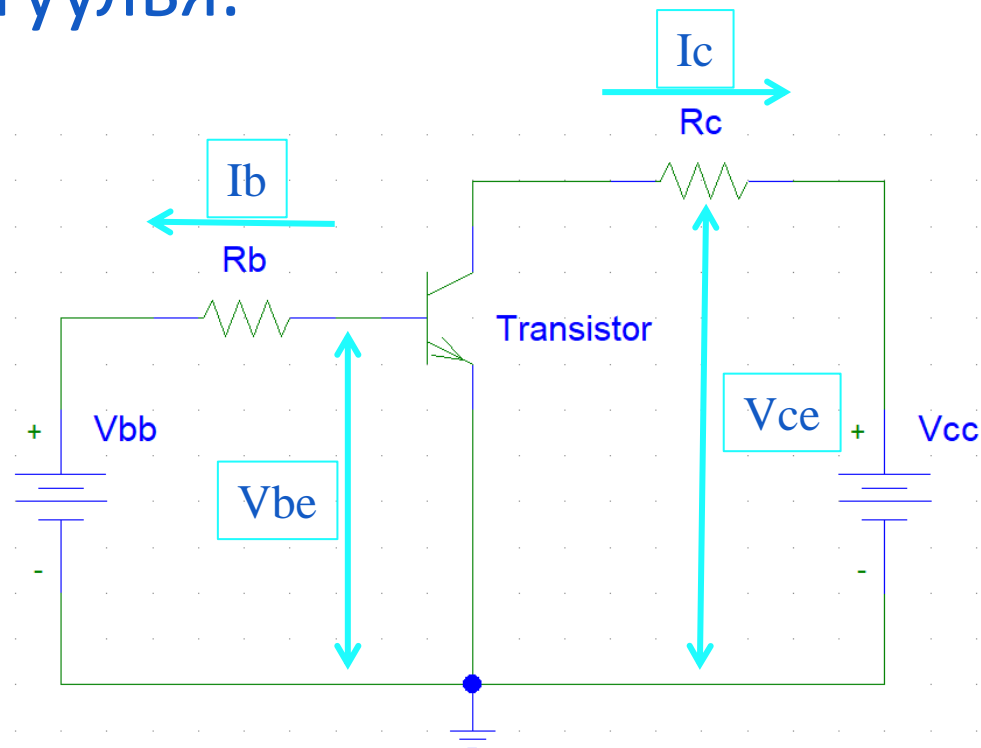
Ерөнхий коллектортой хэлхээ



Ерөнхий баазтай хэлхээ

# Коллекторын муруй

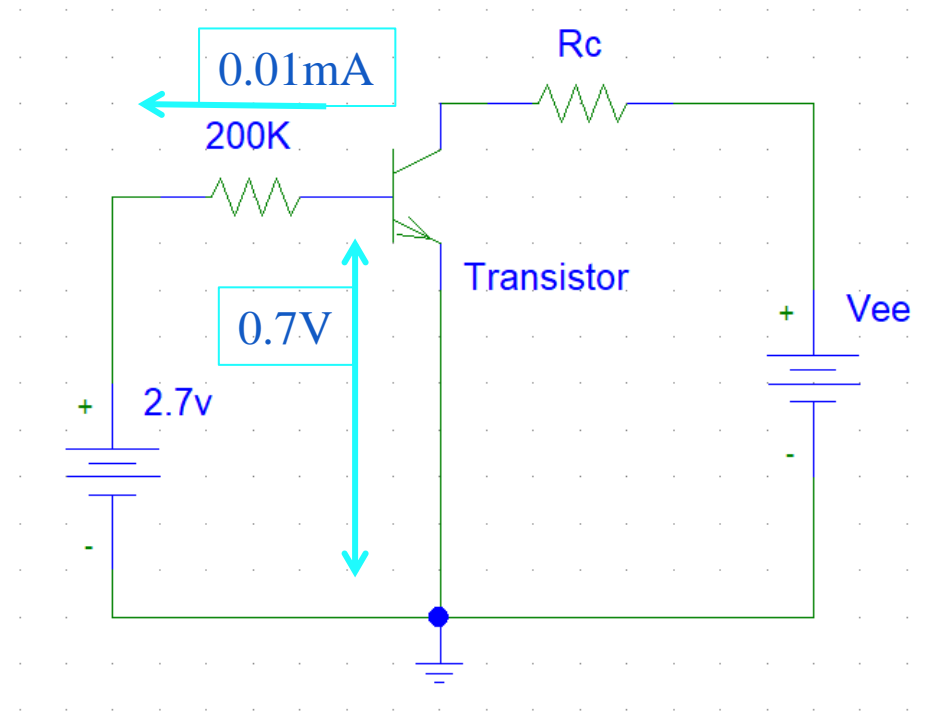
Коллекторын муруй нь коллекторын гүйдэл, коллектор-эмиттер хоёрын хоорондох хүчдлээс хамаарах хамаарлын муруйг хэлнэ. Ерөнхий эмиттертэй хэлхээний коллекторын муруйг байгуулья.



# Коллекторын муруй

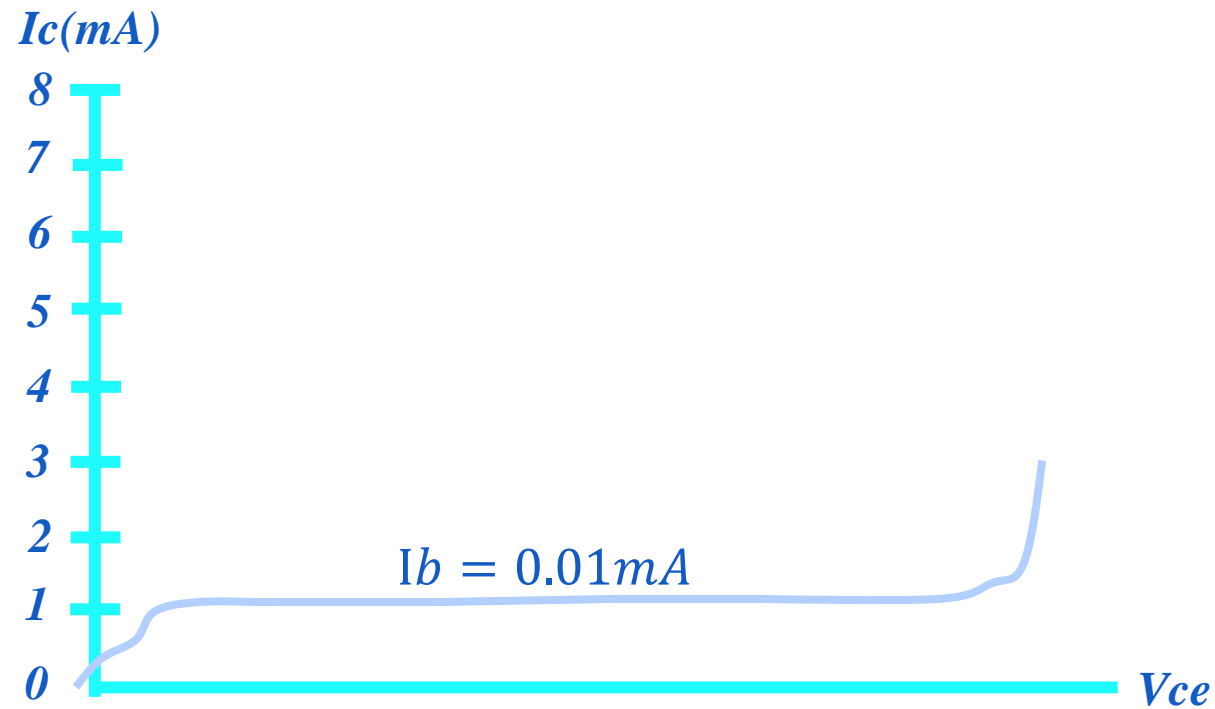
Транзисторын баазын тэжээлд  $2.7V$  –ийн хүчдэл өгч, баазын эсэргүүцлийг  $200k\Omega$  байхаар сонгон авья.

Энэ тохиолдолд баазаар  $I_b =$   
 $(2.7V - 0.7V) / 200k\Omega =$   
 $0.01mA$  гүйдэл гүйнэ.



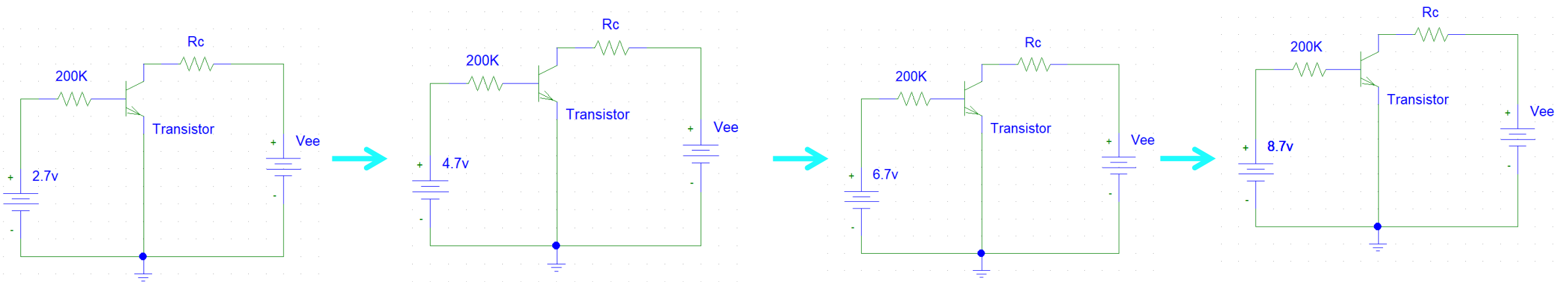
# Коллекторын муруй

Ингээд баазын гүйдэл тогтмол  $0.01\text{mA}$  байх үеийн коллектороор гүйх гүйдэл болон коллектор-эмиттерийн хүчдлийн хамаарлын графикийг байгуулая.



# Коллекторын муруй

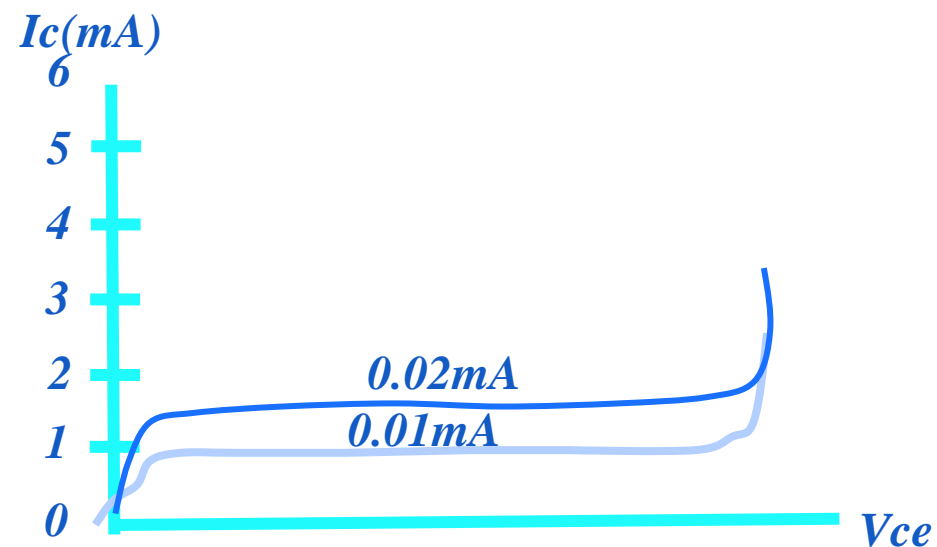
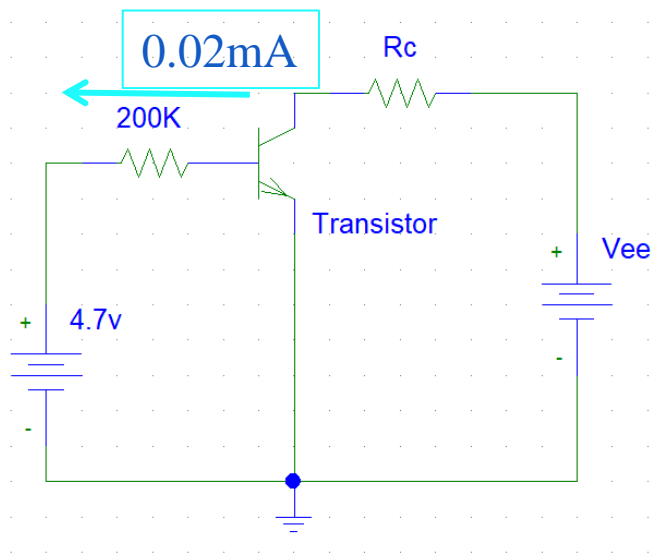
Транзисторын эмиттерийн диод нээлттэй байх учраас бааз эмиттерийн хоорондох хүчдэл нь  $0.7V$  буюу эмиттерийн диодны шууд холболтын үед унах хүчдэлтэй тэнцүү байна. Дараа нь коллекторын хүчдлийг тогтмол утгаар өөрчлөө. Доорх схемүүдийн утгыш харна уу.



# Коллекторын муруй

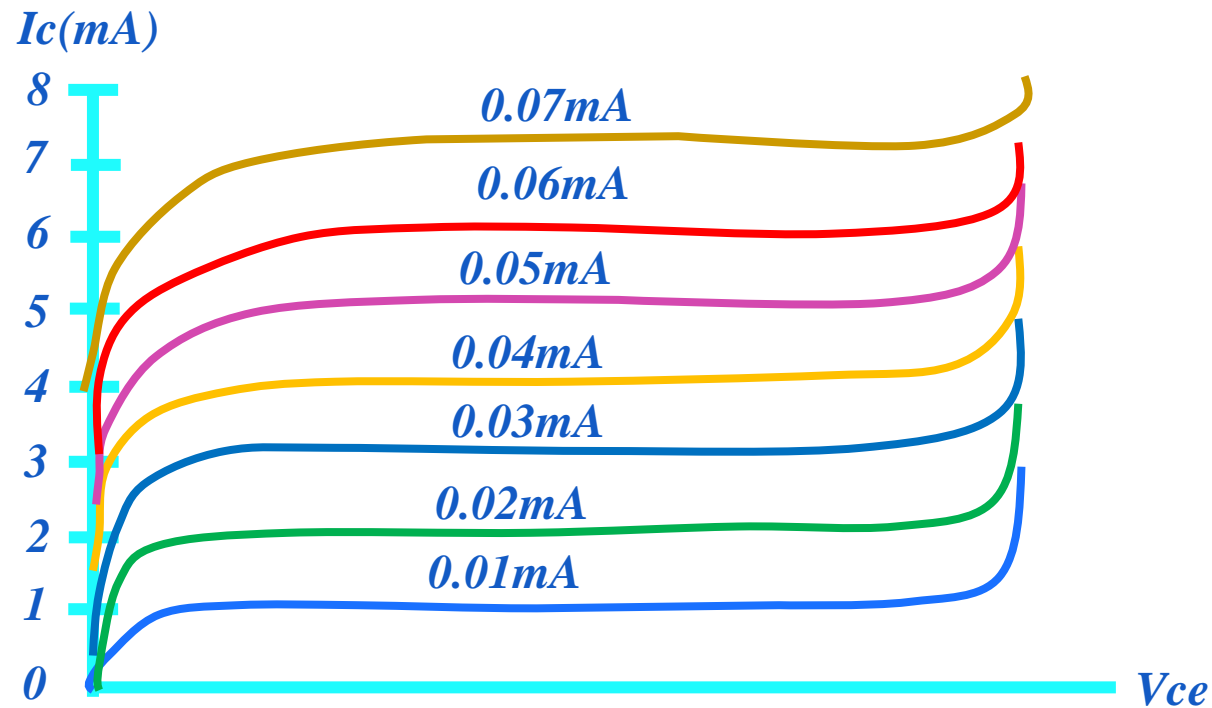
Дараа нь коллекторын хүчдлийг өөрчлөх замаар коллекторын гүйдэл болон коллектор-эмиттер 2-ийн хоорондох хүчдлийн хамаарлыг байгуулья.

Үүний дараа баазын тэжээлийн хүчдлийг  $4.7V$  болгон өөрчлөн баазын гүйдлийг  $I_b = (4.7V - 0.7V) / 200k\Omega = 0.02mA$  байх үеийн коллекторын муруйг байгуулья.



# Коллекторын муруй

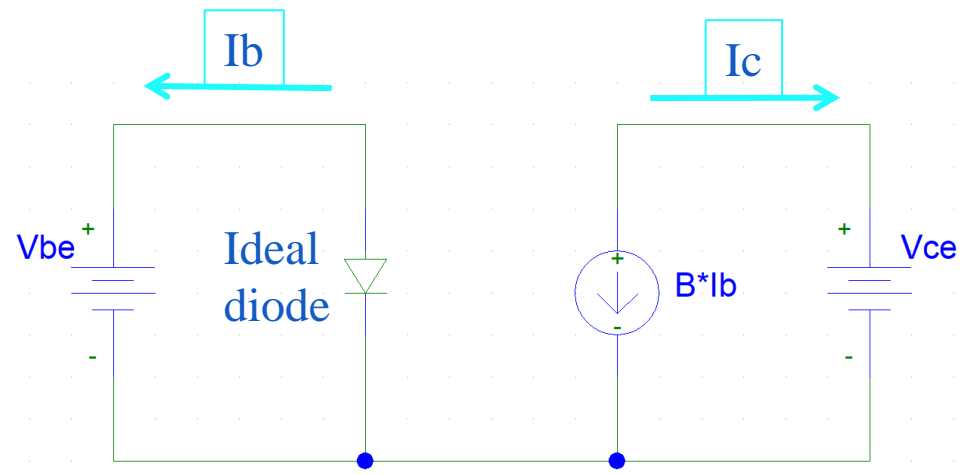
Хүчдлийг нэмэх замаар баазын тодорхой нэг гүйдэлд харгалзах коллекторын гүйдэл, коллектор-эмиттерийн хүчдлийн хамаарлын муруйнуудыг коллекторын муруй гэнэ. Доорх графикт коллекторын муруйг харуулав.



# Транзисторыг загварчилах

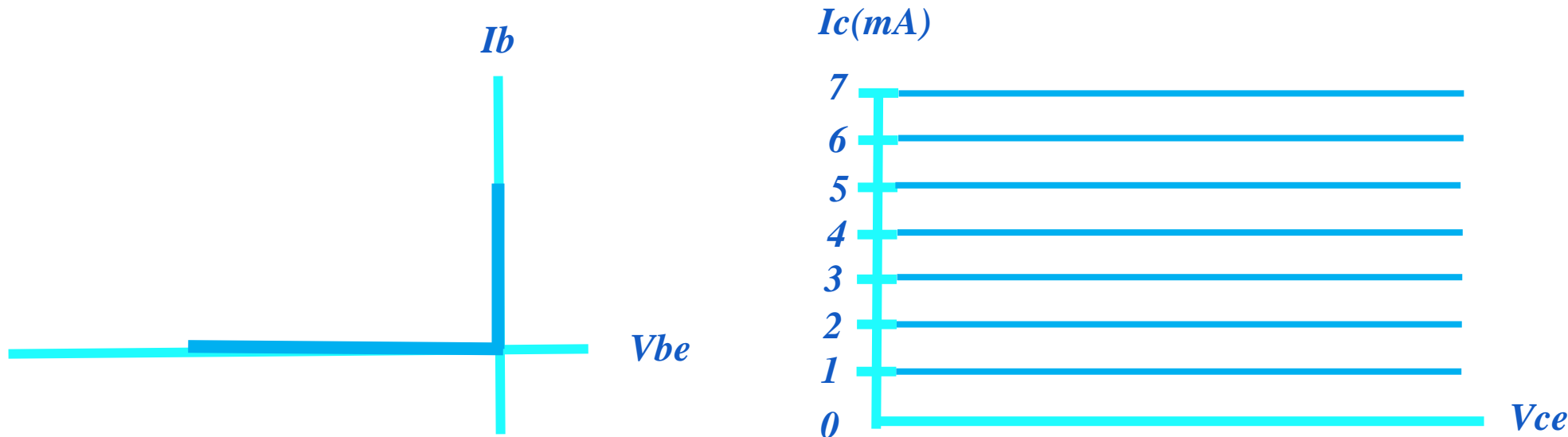
## 1. Идеал транзистор

Идеал транзисторын эмиттерийн хэсгийг идеал диодоор, коллекторын хэсгийг  $\beta \cdot I_b$  гүйдэл үүсгэгчээр орлуулсан дараах загвараар төлөөлүүлж болно.

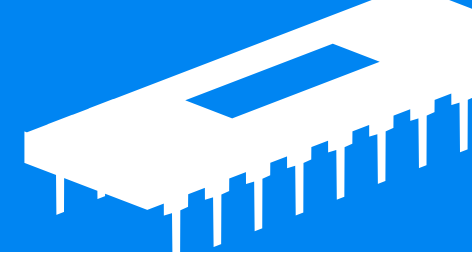


# Транзисторыг загварчилгах

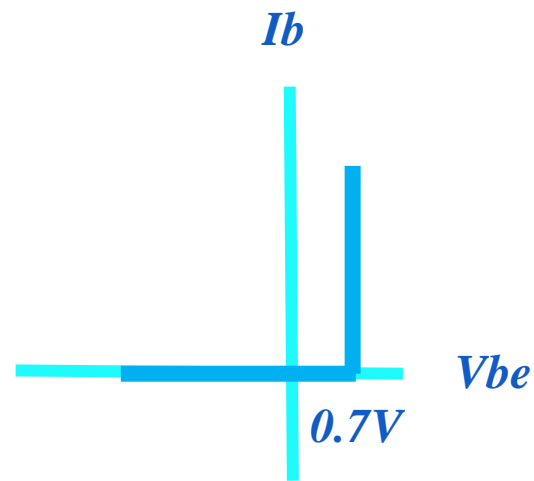
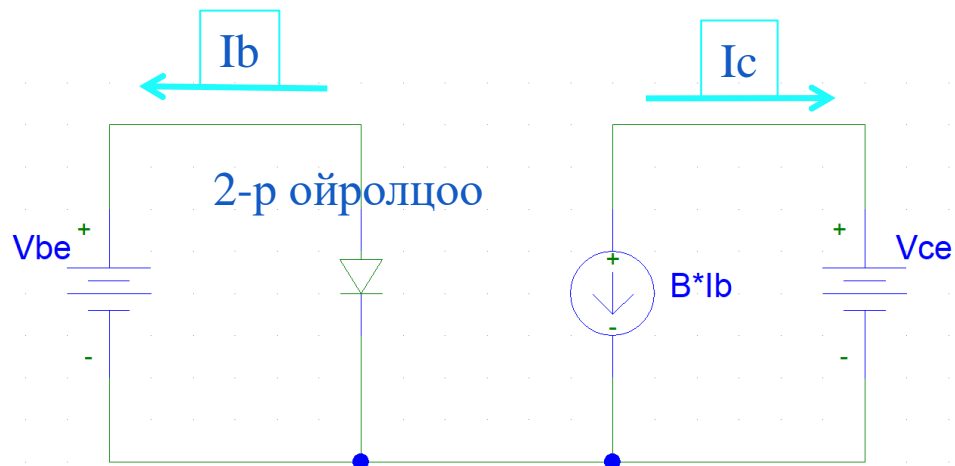
Идеал транзисторын хувьд дамжууллын болон коллекторын муруй ба баазын гүйдэл бааз-эмиттерийн хоорондох хүчдлээс хамаарсан муруй, коллекторын гүйдэл, коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдлээс хамаарсан муруй нь дараах хэлбэртэй байна.



# Транзисторыг загварчилах



2. 2-р ойролцоогоор транзисторыг загварчлахдаа эмиттерийн диодын шууд хүчдлийн босго  $0.7V$  байдгийг тооцож үзэх хэрэгтэй. Иймээс энэ загварын хувьд дамжууллын болон коллекторын муруй нь дараах хэлбэртэй байна.

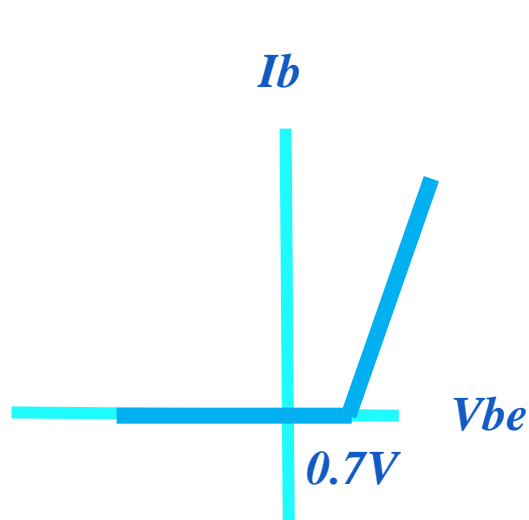
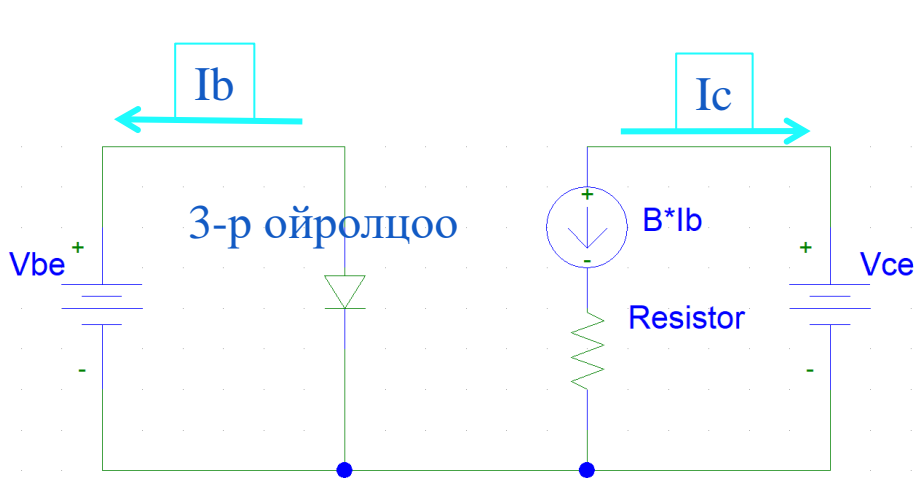


$I_c(mA)$



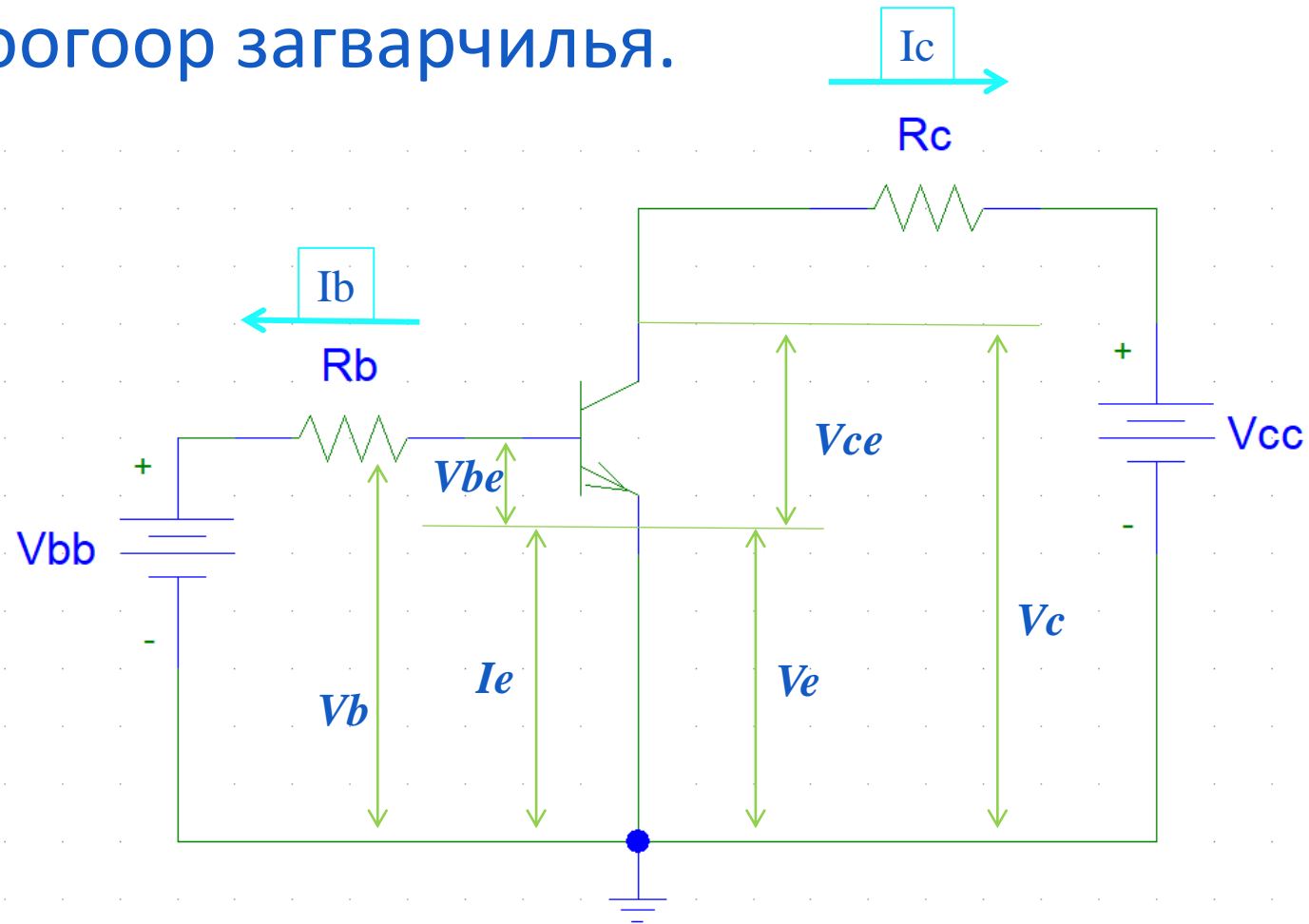
# Транзисторыг загварчилах

3. 3-р ойролцоогоор транзисторыг загварчлахдаа транзисторын эмиттерийн диод болон коллектор нь тодорхой эсэргүүцэлтэй байдгийг тооцож үзэх хэрэгтэй. Иймээс энэ загварын хувьд дамжууллын болон коллекторын муруй нь дараах хэлбэртэй байна.



# Транзисторыг загварчилах

Доорх ерөнхий эммитертэй хэлхээний транзисторыг 2-р ойролцоогоор загварчилъя.



# Транзисторыг загварчилах

Дээрх хэлхээнд доорх томёонуудыг хэрэглэнэ.

$$V_e = 0$$

$$V_{be} = 0.7V$$

$$V_b = V_e + V_{be} = 0 + 0.7V = 0.7V$$

$$I_b = (V_{bb} - V_b) / R_b = (V_{bb} - 0.7V) / R_b$$

$$I_c = \beta \cdot I_b$$

$$I_e = I_b + I_c$$

$$V_c = V_{cc} - I_c \cdot R_c$$

$$V_{ce} = V_c - V_e = V_c$$

# Транзисторыг загварчилах

$$I_b = (10V - 0.7V) / 270k\Omega = 34.4\mu A$$

$$I_c = 100 \cdot 34.4\mu A = 3.44mA$$

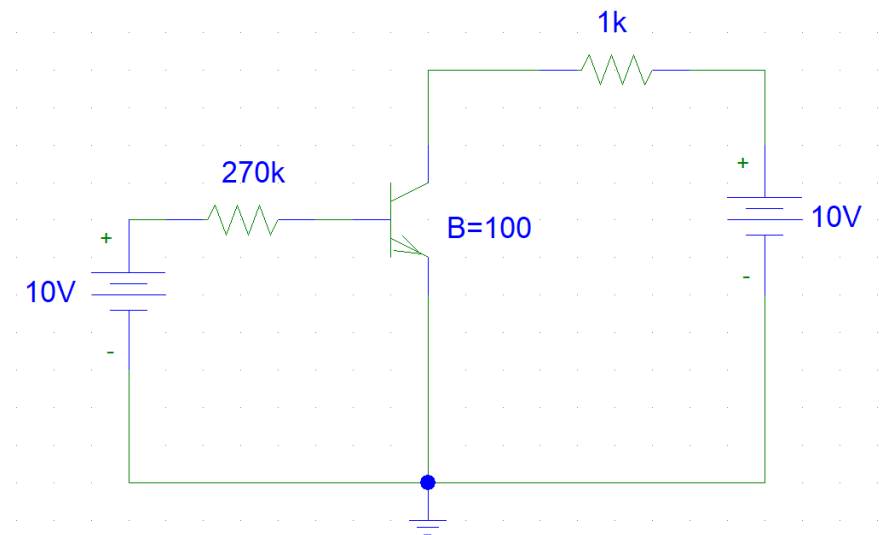
$$I_e = 3.44mA + 34.4\mu A = 3.47mA$$

$$V_e = 0$$

$$V_b = 0.7V$$

$$V_c = 10V - 3.44mA \cdot 1k\Omega = 6.56V$$

$$V_{ce} = V_c - V_e = 6.56V$$



# Транзисторыг загварчилгах

Дээрх хэдхээний баазын хүчдлийг 20V хүртэл ихэсгэе.

$$I_b = (20V - 0.7V) / 270k\Omega = 71.48\mu A$$

$$I_c = 100 \cdot 71.48\mu A = 7.14mA$$

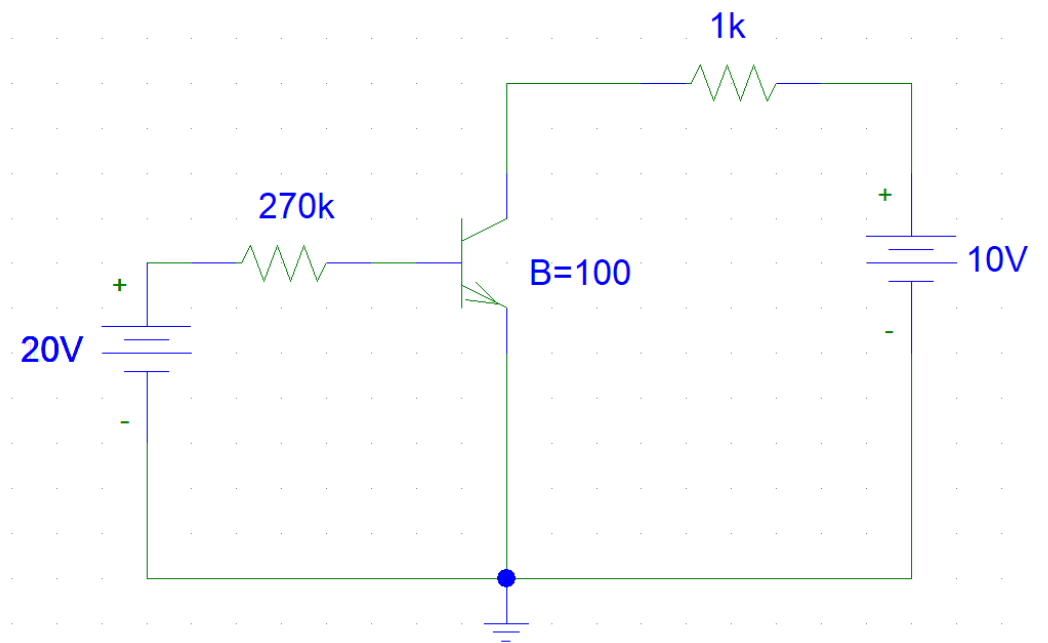
$$I_e = 7.14mA + 71.48\mu A = 7.85mA$$

$$V_e = 0$$

$$V_b = 0.7V$$

$$V_c = 10V - 7.14mA \cdot 1k\Omega = 2.86V$$

$$V_{ce} = V_c - V_e = 8.86V$$



Баазын хүчдлийг ихэсгэхэд бүх гүйдлүүд ихсэх боловч коллектор, коллектор-эмиттерийн хүчдэл багасана.

# Транзисторыг загварчилах

Баазын эсэргүүцлийг  $230k\Omega$  болгож багасгаж үзье.

$$I_b = (20V - 0.7V) / 230k\Omega = 83.9\mu A$$

$$I_c = 100 * 83.9\mu A = 8.39mA$$

$$I_e = 8.39mA + 83.9\mu A = 84.73mA$$

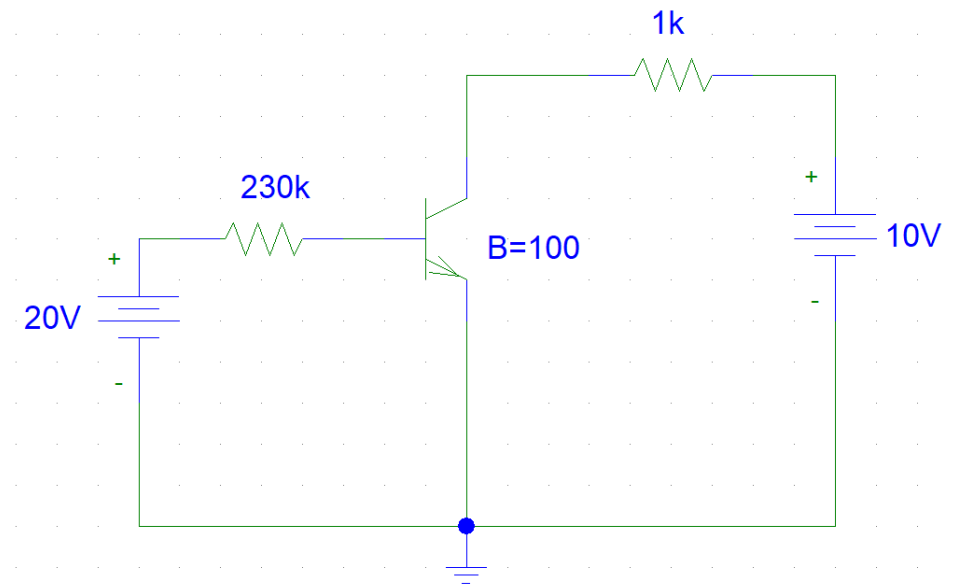
$$V_e = 0$$

$$V_b = 0.7V$$

$$V_c = 10V - 8.39mA \cdot 1k\Omega = 1.61V$$

$$V_{ce} = V_c - V_e = 1.61V$$

Баазын эсэргүүцлийг багасгавал бүх гүйдлүүд ихсэх боловч коллектор, коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдэл багасна.



# Транзисторыг загварчилах

Өсгөлтийн коэффициент В-г багасгаж үзье. Баазын гүйдэл өөрчлөгдөхгүй боловч коллектор болон эмиттерийн гүйдэл багасна. Харин коллектор, коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдэл ихэснэ.

$$I_b = (20V - 0.7V) / 230k\Omega = 83.9\mu A$$

$$I_c = 50 * 83.9\mu A = 4.19mA$$

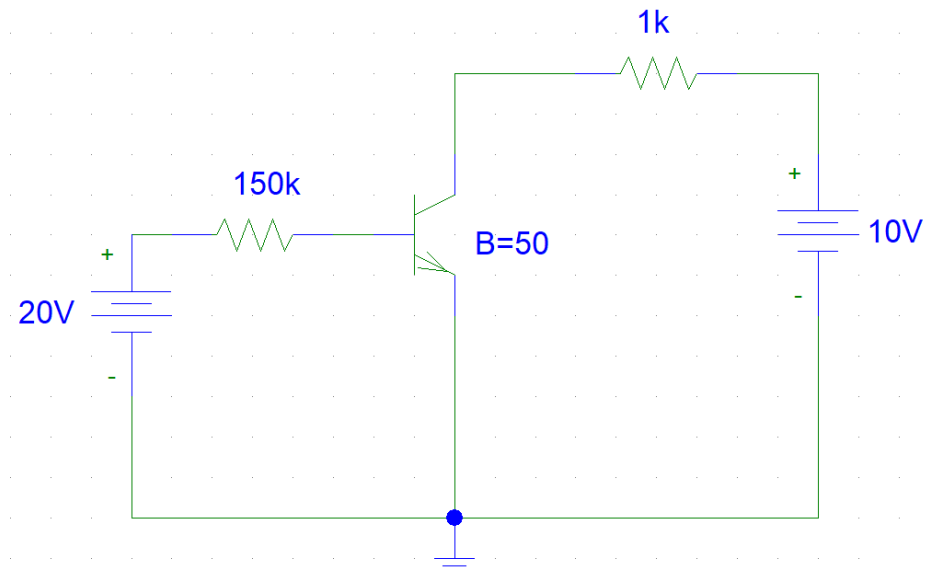
$$I_e = 4.19mA + 83.9\mu A = 4.273mA$$

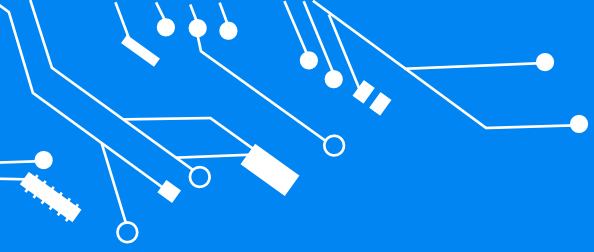
$$V_e = 0$$

$$V_b = 0.7V$$

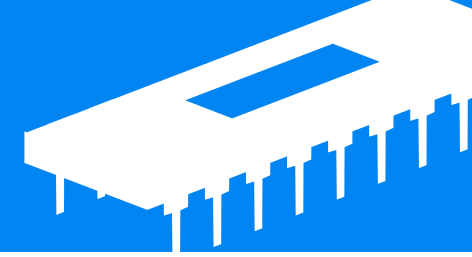
$$V_c = 10V - 4.19mA \cdot 1k\Omega = 5.81V$$

$$V_{ce} = V_c - V_e = 5.81V$$





# Транзисторыг загварчилах



Дээрх тооцооллоос коллекторын хүчдлийг ихэсгэвэл ганцхан коллектор эмиттерийн хоорондох хүчдэл ихсэх нь харагдаж байна. Тэгвэл коллекторын эсэргүүцлийн ихэсгэхэд ганцхан коллектор, коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдэл багасна.

# Дасгал ажил

- ✓ Өнөөдөр үзсэн хичээлээ ашиглан доорх хэлхээнд тооцоо хийнэ үү.

$$I_b = ?$$

$$I_c = ?$$

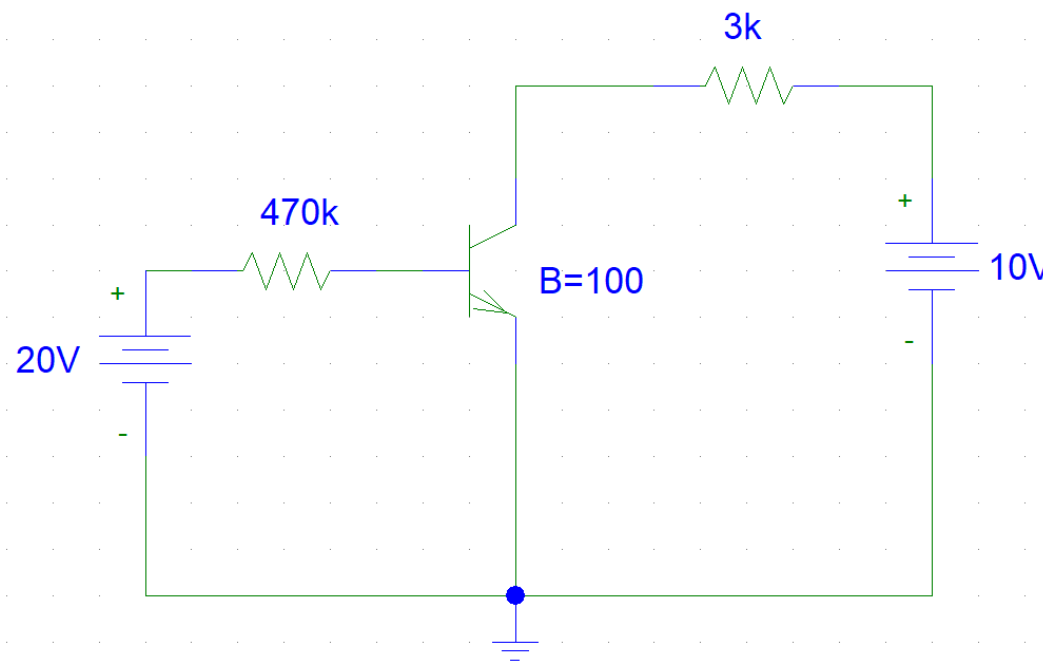
$$I_e = ?$$

$$V_e = ?$$

$$V_b = ?$$

$$V_c = ?$$

$$V_{ce} = ?$$





**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>