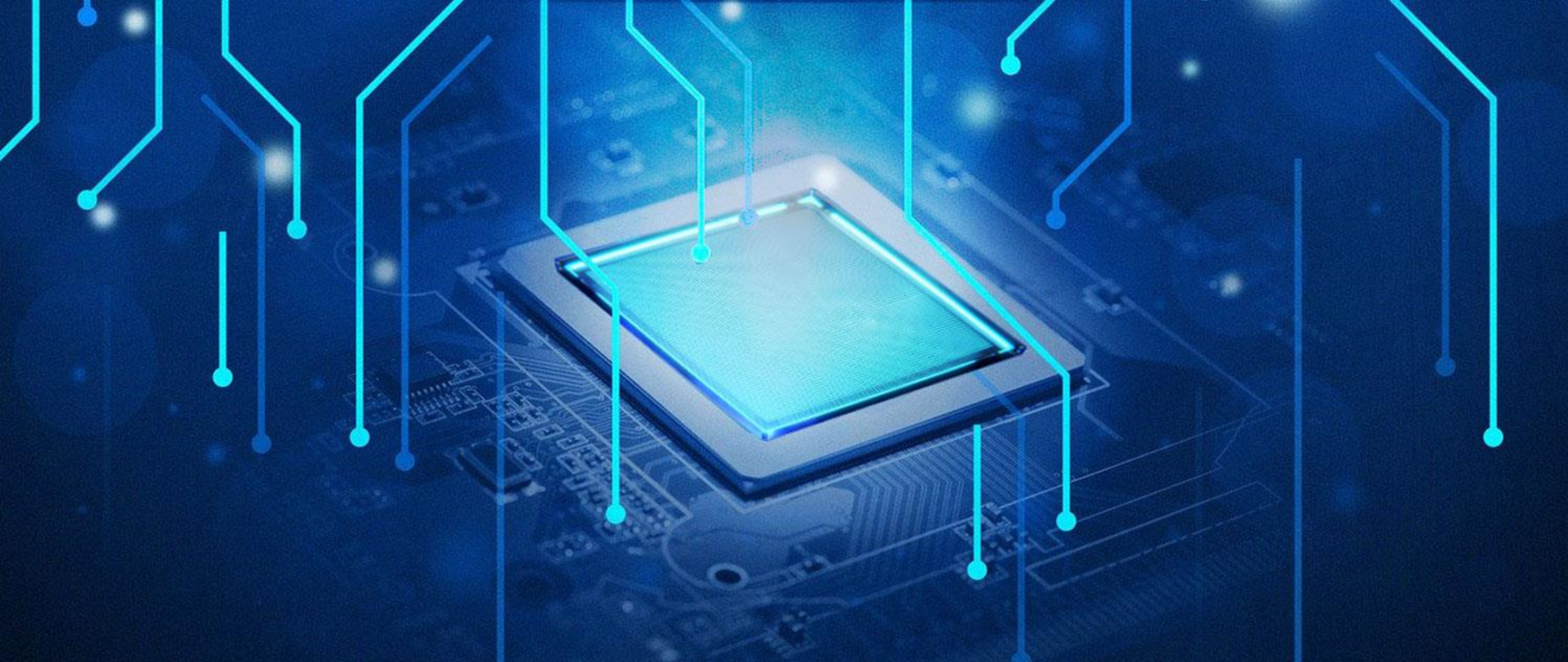


Basics of Electronics

Chapter-13

Transistor states

Lecturer: Uyanga. O, Ms



Transistor states

Content Агуулга

01

Transistor states
Транзисторын төлвүүд

02

Транзисторын хэрчилтийн төлөв

03

Транзисторын ханалтын төлөв

04

Транзисторын идэвхитэй төлөв

05

Транзисторын ханалтын
төлвийг тогтоох

06

Транзисторын хэрчилтийн
төлвийг тогтоох

Транзисторын төлвүүд

Хагас дамжуулагч транзистор нь нэг гүйдлийг нөгөө гүйдлээр удирдаж өгдөг.

Транзистор дараах гурван төлөвт ажилладаг.

Үүнд:

- ✓ Аналтын төлөв – Saturation ($I_C = I_{C(MAX)}, V_{ce} = 0$)
- ✓ Хэрчилтийн төлөв-Cutoff ($I_C = 0, V_{ce} = V_{ce(MAX)}$)
- ✓ Ажлын буюу идэвхитэй төлөв-Active
($0 < I_C < I_{C(MAX)}, 0 < V_{ce} < V_{ce(MAX)}$)

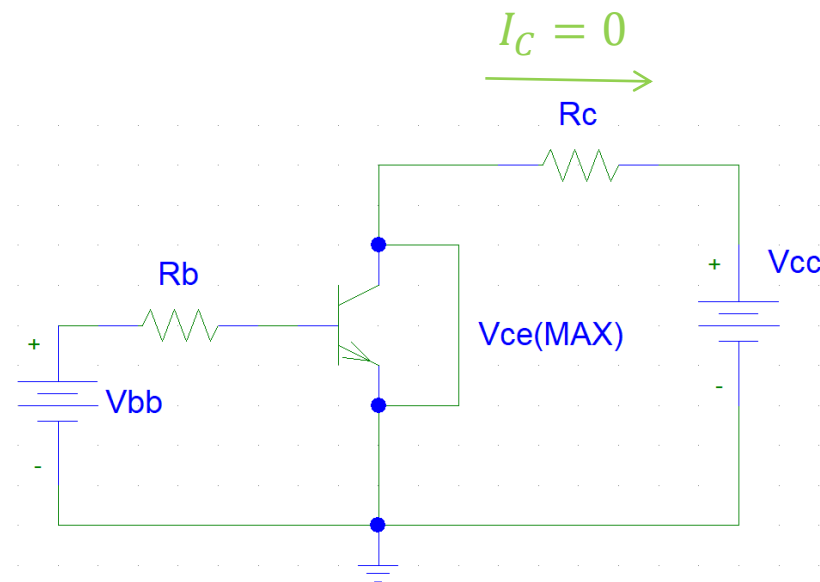
Хэрчилтийн төлөв

Транзисторын коллекторын гүйдэл хамгийн бага утгандаа орох буюу тэг болох мужийг транзисторын **хэрчилтийн төлөв** гэнэ. Транзистор хэрчилтийн төлөвт байх үеийн коллектор эмиттерийн хөлнүүдийн хоорондох хүчдэл хамгийн их утгандаа байх бөгөөд энэ хүчдлийг cutoff буюу **хэрчилтийн хүчдэл** гэнэ. Иймээс хэрчилтийн хүчдлийн утгыг олохын тулд транзисторыг хэлхээнээс салгана. Ингэхэд хэлхээ нээлттэй болох учраас коллектороор гүйдэл гүйхгүй буюу $I_C = 0$ байна.

Хэрчилтийн төлөв

Коллекторын гүйдэл 0 учир коллекторын эсэргүүцэл дээр унах хүчдэл 0 болох учраас коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдэл хамгийн их утгандаа хүрнэ. Ерөнхий эмиттертэй хэлхээний хувьд хэрчилтийн хүчдэл нь коллекторын тэжээлийн хүчдэлтэй тэнцүү байна.

$$V_{ce(MAX)} = V_{cc}$$





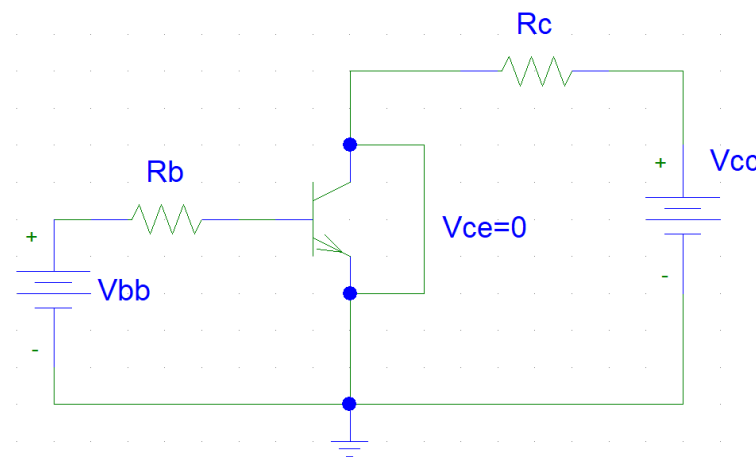
Ханалтын төлөв



Транзисторын коллекторын гүйдэл тодорхой утганд хүрээд ханадаг. Өөрөөр хэлбэл коллекторын гүйдэл тодорхой утгаас эхлэн тогтвортой болдог. Энэ үед транзисторыг ханалтын төлөвт ажиллаж байна гэнэ. Ханалтын төлөвт ажиллаж байгаа транзисторыг **ханасан транзистор** гэнэ. Транзистор ханалтын төлөвтөө орсон байх үед коллектор эмиттерийн хоорондох хүчдэл хамгийн бага утганд буюу тэг болно. Бодит байдал дээр энэ утга 0.1 Вольтоос бага байдаг.

Ханалтын төлөв

Иймээс транзисторын ханалтын гүйдлийг олохын тулд транзисторын коллектор эмиттерийн хөлнүүдийг шууд холбож өгдөг. Ингэснээр $V_{ce} = 0$ болно. Энэ үед коллекторын бүх хүчдэл нь коллекторын эсэргүүцэл дээр унах тул энэ үеийн коллекторын гүйдэл нь хамгийн их утгандаа хүрнэ. Ерөнхий эмиттертэй хэлхээний хувьд ханалтын гүйдэл нь $I_{C(MAX)} = V_{CC}/R_C$ энэ утгыг авдаг.

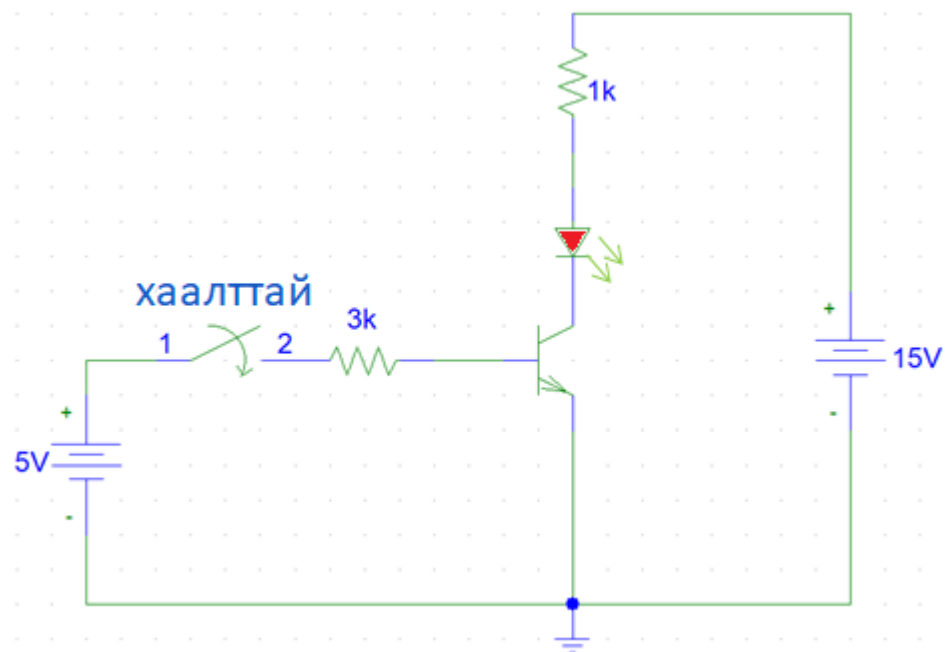
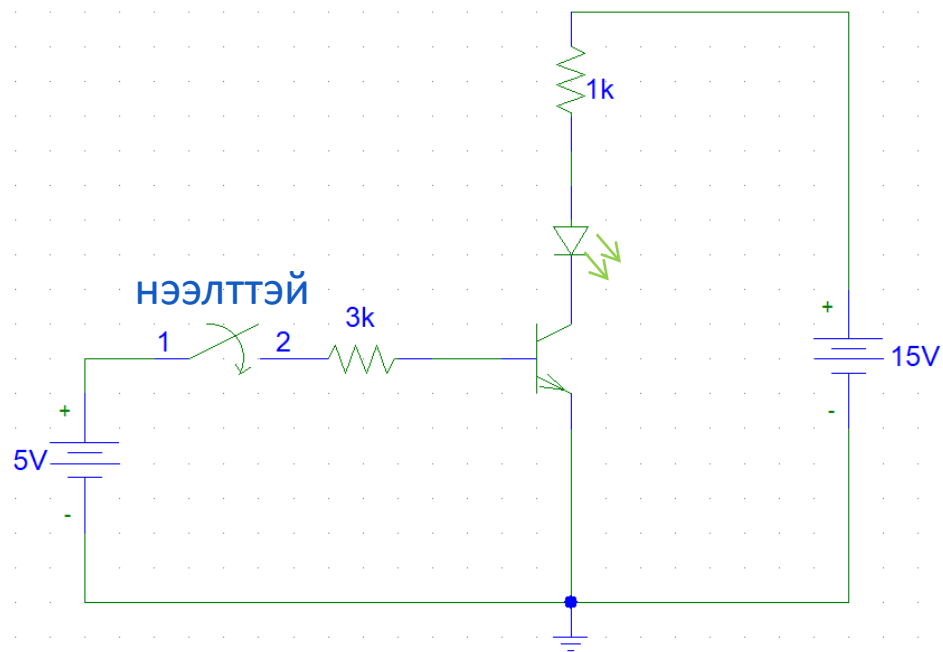


Ханалтын төлөв

Иймээс транзисторын ханалтын гүйдлийг олохын тулд транзисторын коллектор эмиттерийн хөлнүүдийг шууд холбож өгдөг. Ингэснээр $V_{ce} = 0$ болно. Энэ үед коллекторын бүх хүчдэл нь коллекторын эсэргүүцэл дээр унах тул энэ үеийн коллекторын гүйдэл нь хамгийн их утгандаа хүрнэ. Ерөнхий эмиттертэй хэлхээний хувьд ханалтын гүйдэл нь $I_{C(MAX)} = V_{CC}/R_C$ энэ утгыг авдаг.

Ханалтын төлөв

Доорх хэлхээний түлхүүр нээлттэй үед транзистор хэрчилтийн төлөвт байх тул хэлхээгээр гүйдэл гүйхгүй. Харин түлхүүр хаалттай байвал транзистор ханалтын төлөвт байх тул хэлхээгээр гүйдэл гүйж LED гэрэлтэнэ.





Ажлын буюу идэвхитэй төлөв



Коллектор эммитерийн хөлнүүдийн хооронд тодорхой хэмжээний эсэргүүцэлтэй байвал **идэвхитэй төлөвт байна** гэж үзнэ. Тэгвэл энэ 3 төлөвөөс 2 төлөвт нь транзисторыг нээлттэй байна гэж үздэг. Үүнд ханалтын төлөв, идэвхитэй төлөв орно. Транзисторыг энэ 3 төлөвийн ямар төлөвөөр ажиллаж байгааг тооцооллын аргаар эсвэл хэмжилтийн аргаар тодорхойлж болно. Идэвхитэй төлөвт байгаа транзисторыг хэвийн ажиллаж байгаа транзистор гэнэ.

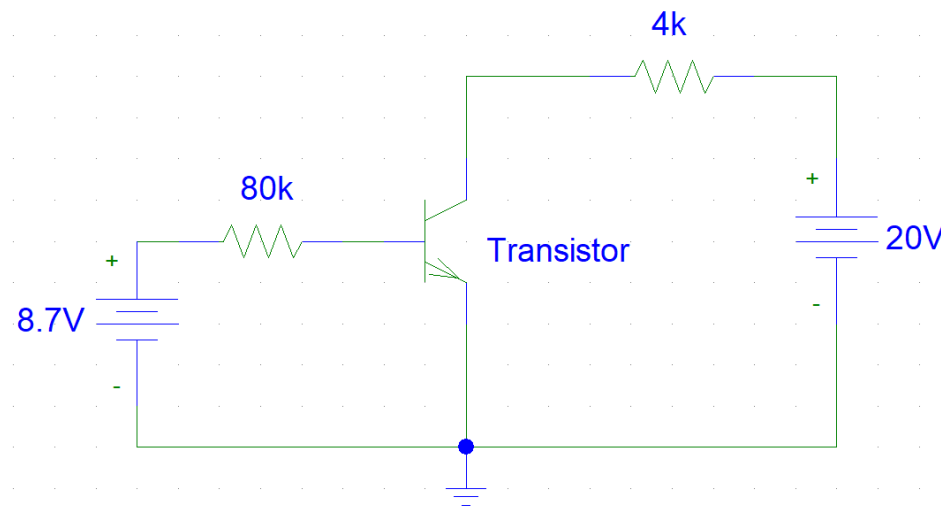
Транзисторын ханалтын ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

Транзисторыг 2-р ойролцоогоор загварчилан түүгээр гүйх гүйдэл болон коллектор-эмиттерийн хоорондох хүчдлийг олъё. Үүнд өсгөлтийн коэффициент $\beta=50$ байна.

$$I_b = \frac{V_{bb} - 0.7}{R_b} = (8.7V - 0.7V) / 80k\Omega = 0.1mA$$

$$I_c = \beta * I_b = 50 * 0.1mA = 5mA$$

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c * R_c = 20V - 5mA * 4k\Omega = 0$$



Энэ тооцооллоос үзвэл транзистор ханасан төлөвт байна.

Транзисторын ханалтын ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

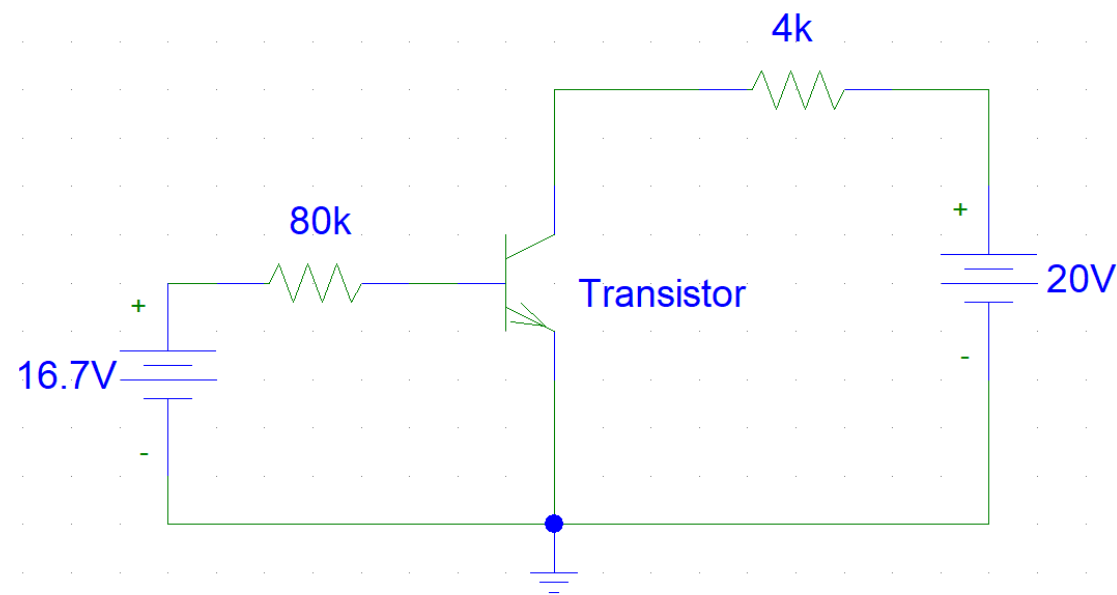
Учир нь коллектор эмиттерийн хоорондох хүчдэл 0 байна. Иймээс 10mA-ийг коллектороор гүйх хамгийн их гүйдлийн утга гэж үзэж болно. Үүнээс цааш баазын хүчдлийг 16.7V хүртэл ихэсгэвэл транзистор ханасан төлөвт байна.

$$I_b = \frac{16.7V - 0.7V}{80k\Omega} = 0.2mA$$

$$I_c = 25 \cdot 0.2mA = 10mA$$

$$V_{ce} = 20V - 10mA \cdot 2k\Omega = 0$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = 5mA / 0.2mA = 25$$



Транзисторын ханалтын ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

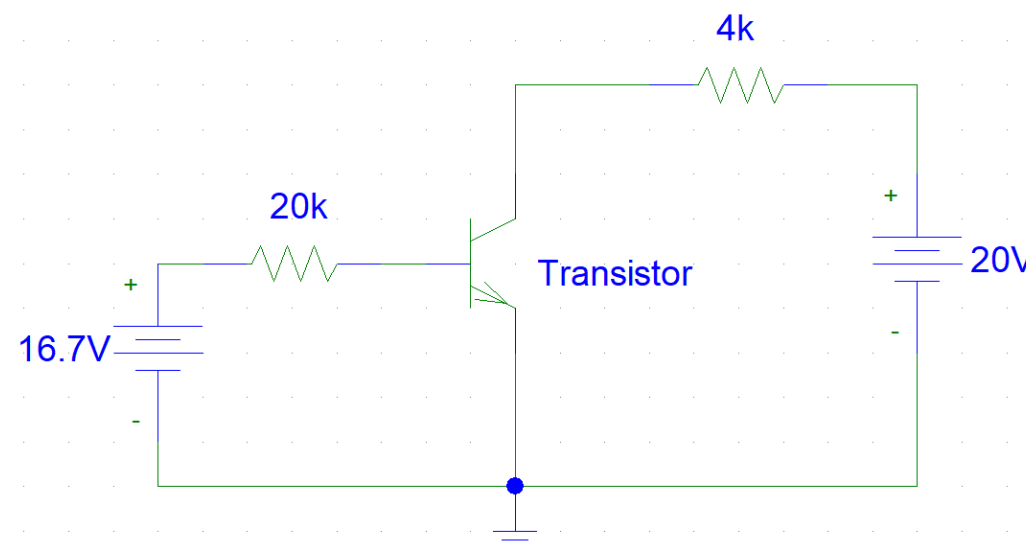
Эндээс үзвэл транзистор ханасан төлөвт байх үед баазын хүчдлийг ихэсгэвэл транзисторын гүйдлийн өсгөлтийн коэффициент β буурна. Баазын эсэргүүцлийг 20кОм болгон багасгавал β дагаад буурч байгааг тооцооллоос харж болно.

$$I_b = \frac{16.7V - 0.7V}{20k\Omega} = 0.8mA$$

$$I_c = 10mA$$

$$V_{ce} = 20v - 10mA \cdot 4k\Omega = 0$$

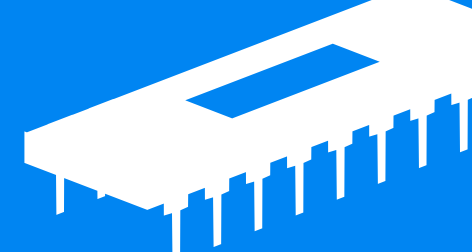
$$\beta = I_c / I_b = 10mA / 0.8mA = 12.5$$



Транзисторын ханалтын ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

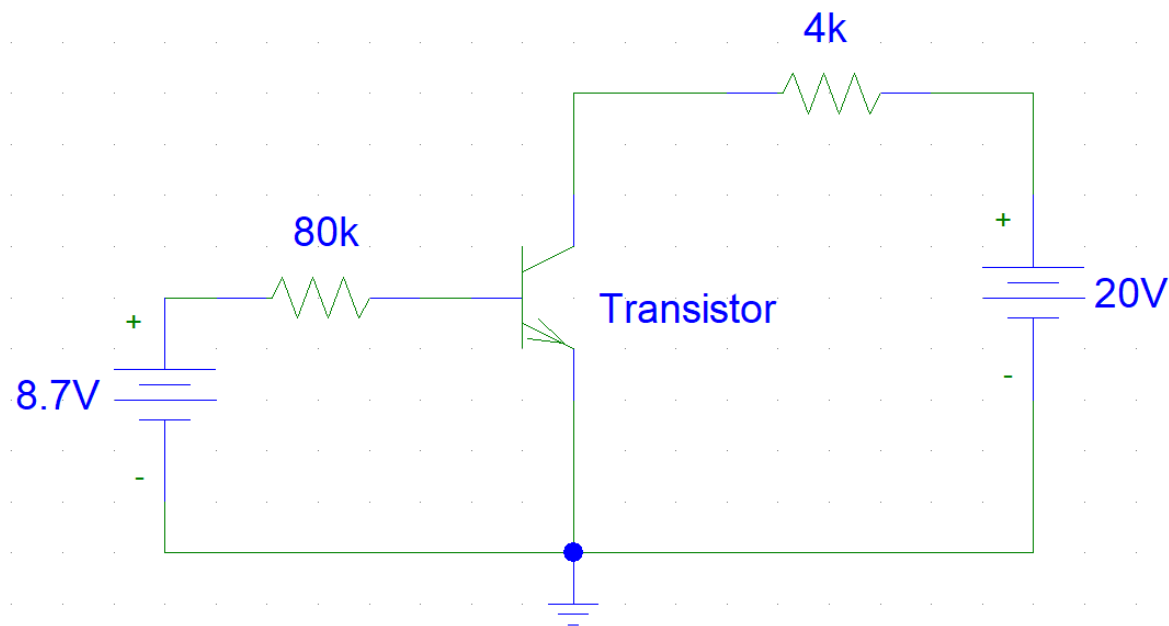
Коллекторын гүйдлийг баазын гүйдэлтэй харьцуулсан харьцаа 10 байхыг ($I_c : I_b = 50 : 1$) транзисторын ханалтын нөхцөл гэнэ. Энэ нөхцөлийг авч үзвэл баазын болон коллекторын тэжээлийн хүчдлүүд тэнцүү байх үед коллекторын эсэргүүцлийг баазын эсэргүүцэлд харьцуулсан харьцаа $1/5$ байхыг ($R_c : R_b = 1 : 5$) транзисторын ханалтын нөхцөл гэнэ. Транзистор ханасан төлөвт байх үед коллектор эмиттерийн хоорондох хүчдэл ойролцоогоор тэгтэй тэнцүү байна.

Транзисторын ханалтын ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ



Практикт $V_{ce} = 0.1V$ -оос бага байна.

$$I_c : I_b = 5mA : 0.1mA = 50 : 1$$

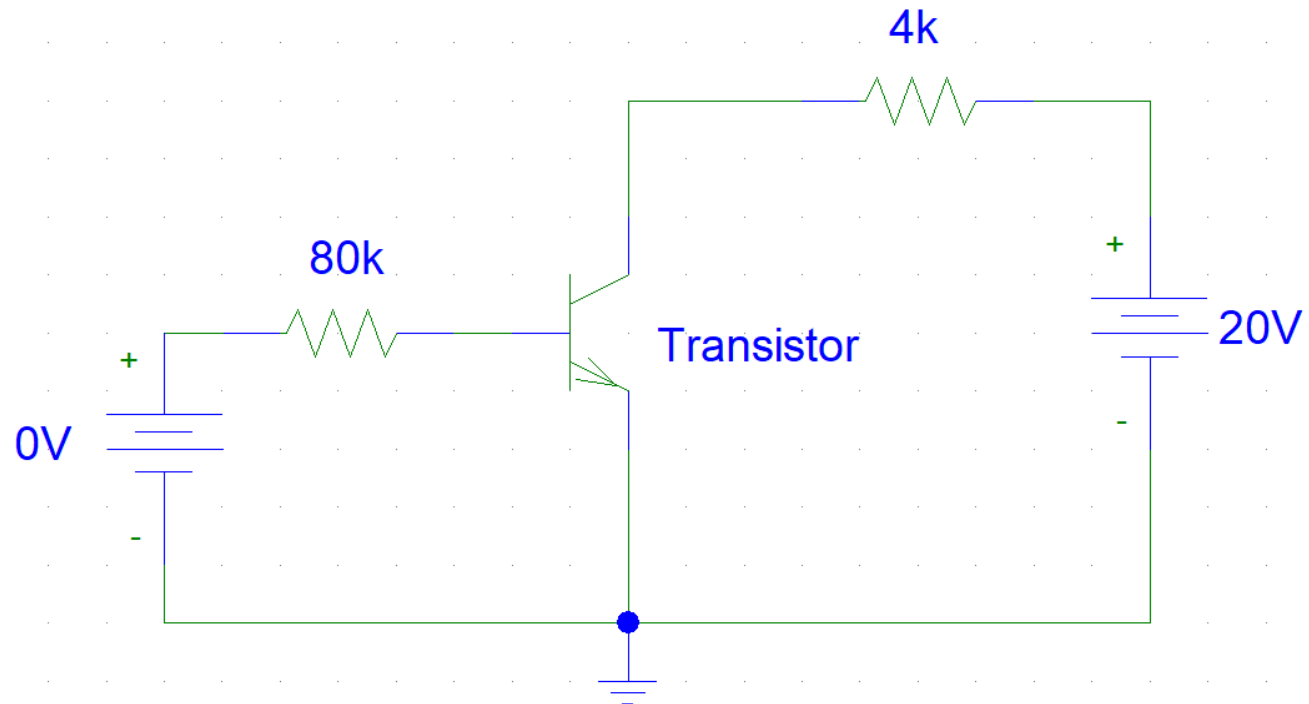


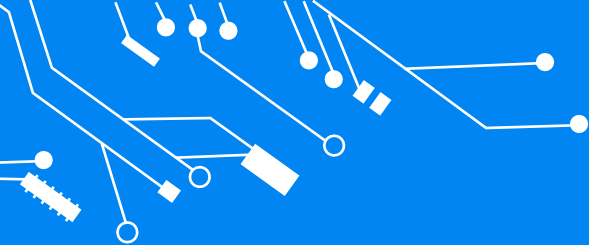
Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

Баазын хүчдлийг 0 болгочихвол баазын болон коллекторын гүйдэл нь 0 болох бөгөөд коллектороор гүйдэл гүйхгүй. Коллекторын эсэргүүцэл дээрх хүчдэл 0 байна. Иймээс коллектор-эмиттерийн хүчдэл хамгийн их утгандаа хүрэх үед коллекторын тэжээлийн хүчдэлтэй тэнцүү $V_{ce(max)} = V_{cc} = 20V$ нөхцөл үүснэ. Транзисторын энэ төлвийг cutoff буюу **хэрчилтийн төлөв** гэнэ.

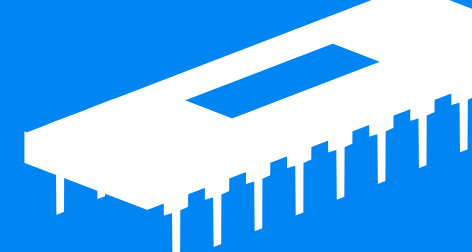
Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

Транзисторын хэрчилтийн төлвийг олохын тулд баазын хүчдлийг 0 болгох эсвэл баазын эсэргүүцлийг нээлттэй болгож болно. Үүнд $\beta=50$ байна гэж үзнэ.





Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ



Транзисторыг хэрчилтийн төлөвт байгааг тодорхойлох нь хялбархан юм. Үүний тулд баазын хүчдлийг 0 болгоё.

Транзисторын ханалтын төлөв болон идэвхитэй төлвүүдийг сайн ялгах хэрэгтэй. Үүнийг мэдэхийн тулд эхлээд транзисторыг идэвхтэй төлөвтөө байгаа гэж үзээд тооцоог хийж үзнэ.

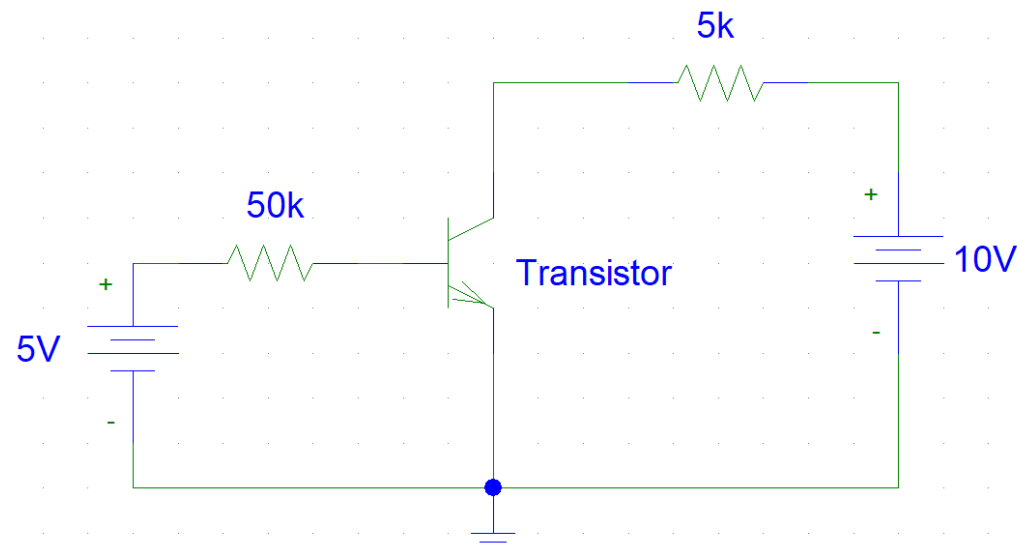
Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

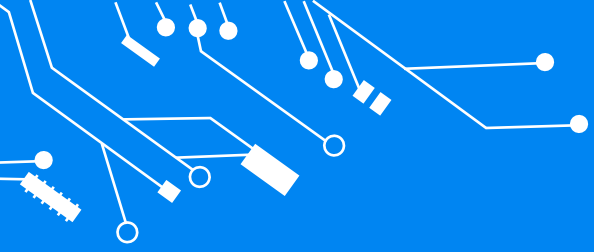
Коллектор эмиттерийн хоорондох хүчдэл нь хамгийн багадаа 0 буюу $V_{ce(\min)} = 0$ байна. Иймээс транзистор ханасан төлөвт ажиллаж байна.

$$I_b = \frac{5V - 0.7V}{50k} = 86\mu A$$

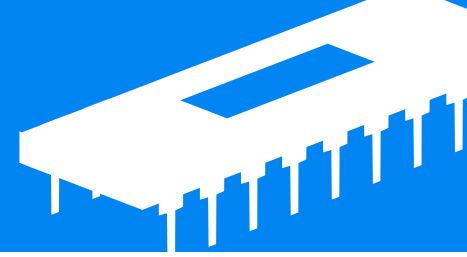
$$I_c(\max) = 10V / 5k = 2mA$$

$$\beta = 2mA / 93\mu A = 23.25$$





Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ



Тооцооллоос үзвэл транзистор ханасан төлөвт ажиллаж байгаа бөгөөд гүйдлийн өсгөлтийн коэффициент нь ойролцоогоор 23.25 байна.

Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

Жишээ бодлого.

Эхлээд транзисторын баазын гүйдэл болон ханалтын гүйдлийг олъё.

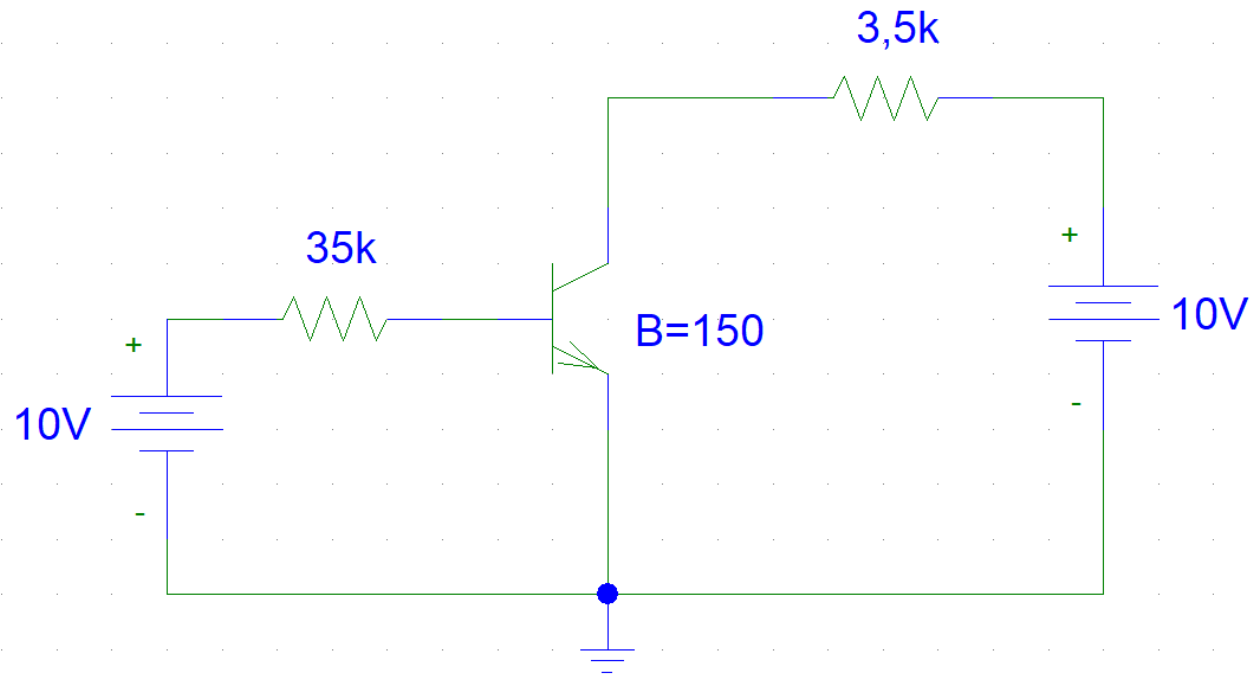
$$I_b = (10v - 0.7v) / 35k\Omega = 265\mu A$$

$$I_c(\max) = 10v / 3.5k\Omega = 2.85mA$$

Харин идэвхитэй төлөвт ажиллах транзисторын гүйдэл нь $I_c = 150 \cdot 265\mu A = 39.75mA$ байна. Гэтэл энэ нь ханасан төлөвт байх үеийн гүйдлээс их байгаа тул транзистор ханасан төлөвт ажиллаж байна.

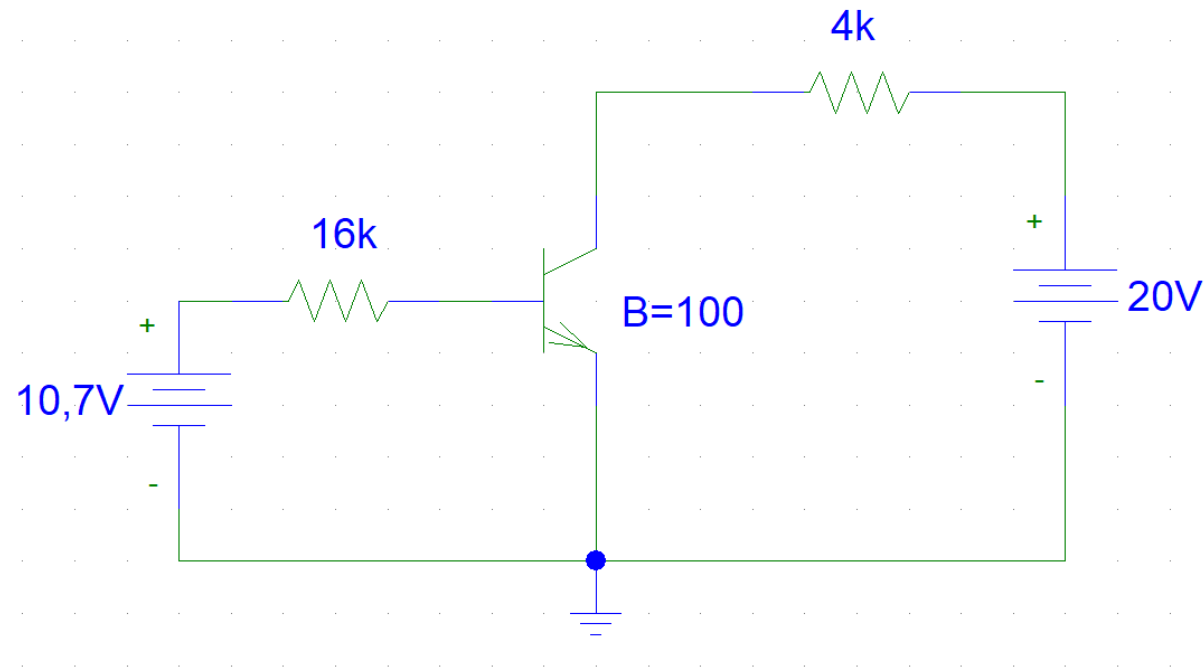
Транзисторын хэрчилтийн ТӨЛВИЙГ ТОГТООХ

Иймээс гүйдлийн өсгөлтийн коэффициент $\beta = I_c(\max) / I_b = 10.75$ байна



Дасгал ажил

- ✓ Доорх зурагт байгаа хэлхээг ямар төлөвт байгааг тогтооно 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](https://www.free-powerpoint-templates-design.com/computer-hardware-technology-powerpoint-templates)