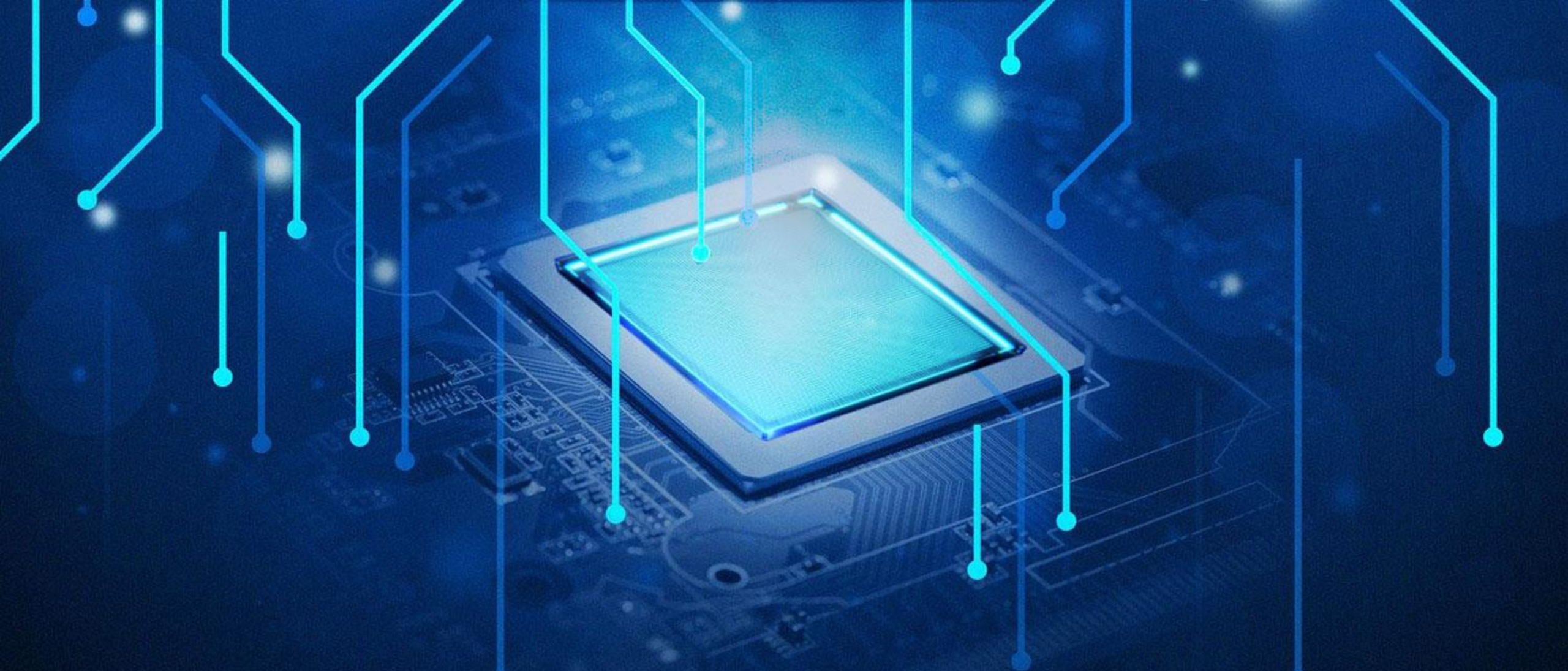


Basics of Electronics

Chapter-9

Other types of semiconductor diodes

Lecturer: Uyanga. O, Ms



Other types of semiconductor diodes

Content Агуулга

01

Хагас дамжуулагч
диодны бусад төрлүүд

02

LED-ийн хэрэглээ

03

Фотодиод

04

Варикап диод

05

Скотын диод

06

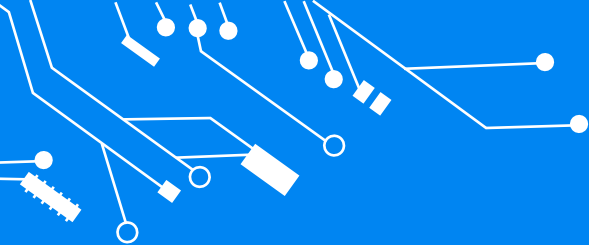
Туннелийн диод

07

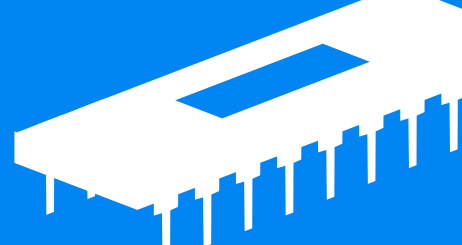
Стабилитрон - zener diode

08

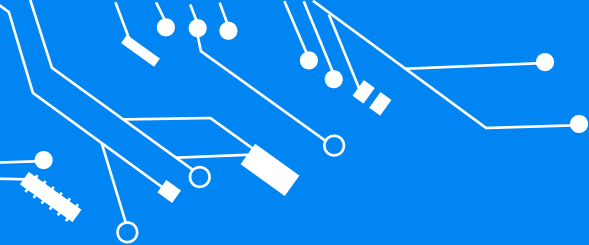
Дасгал ажил



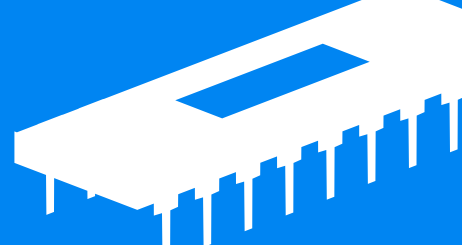
Хагас дамжуулагч диодны бусад төрлүүд



Хагас дамжуулах диодын онцлогийг параметрээр тодорхойлно. Ямар ч диодыг тодорхойлох ерөнхий параметр зөвхөн диодын тусгай онцлогийг илэрхийлэх параметр гэж ангилна. Диодын ерөнхий параметрт гарцын температур, диодод сарних зөвшөөрөгдөх чадал, зөвшөөрөгдөх шууд гүйдэл, эсрэг хүчдэл хамрагдана. Өгөгдсөн хүчдэлд диодоор гүйдэл өнгөрөхөд диодод $P = I * U$ чадал ялгарна.



Хагас дамжуулагч диодны бусад төрлүүд



Ялгарсан энэ чадлын улмаас диод халж гарцаар өнгөрөхдөө эсрэг гүйдэл нэмэгдэж, p-n гарцад үүсэх дулааны нэвт цохилтын магадлалыг ихэсгэнэ.

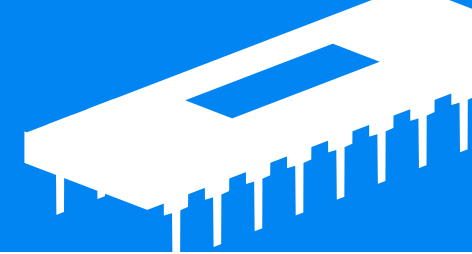
Гауссын температур гарцын зөвшөөрөгдөх температураас бага байхад дулааны нэвт цохилт үүсэхгүй. Энэ температур германий диодод 70 С цахиуран диодод 125 С байдаг. Диодод ялгарсан дулаан орчны температурт сарнидаг.

Мөн диодын хэрэглээ маш өндөр бөгөөд одоо зарим нэг диодуудыг авч үзье.

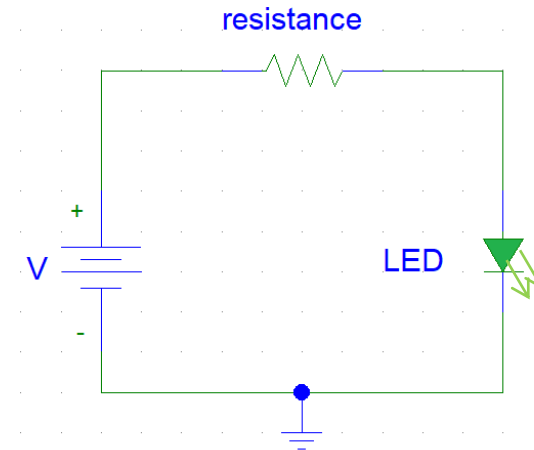
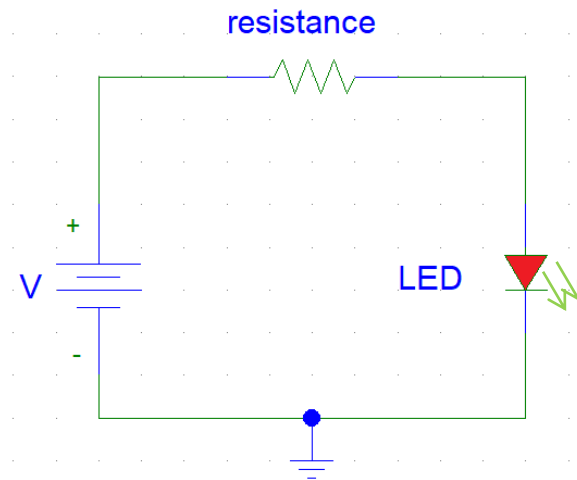
LED-ийн хэрэглээ

Зарим төрлийн хагас дамжуулагч диодуудын хувьд 3-6 вольтын шууд хүчдэл өгөх үед n хагас дамжуулагчийн электронууд потенциал саадыг давж p хагас дамжуулагчийн мужид орохдоо энэ мужид орших электрон дутуу атомуудад шингээгддэг. Иймээс атомууд нь эдгээр n мужаас ирсэн электронуудыг шингээхдээ илүүдэл энергийг үзэгдэх гэрлийн мужид энергитэй гамма цацруулах замаар алдана. Ингэснээр диод улаан, ногоон гэх мэт өнгүүдээр гэрэлтдэг. Ямар өнгөөр гэрэлтэх эсэхийг нь сонгон авсан материалын төрлөөс буюу p хагас дамжуулагчийн сонгон авсан элементээс хамаарна.

LED-ийн хэрэглээ

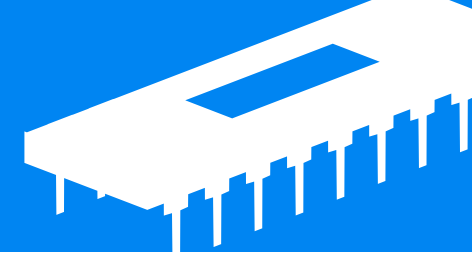


Иймээс LED-ийг хэлхээнд шууд холбосон үед гэрэлтэнэ.



Орчин үед LED гэрлүүдийг өргөн хэрэглэж байгаа.

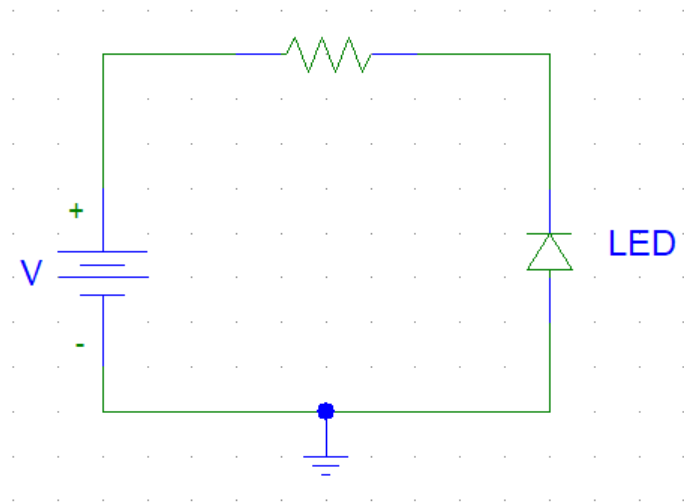
LED-ийн хэрэглээ



Жишээ нь

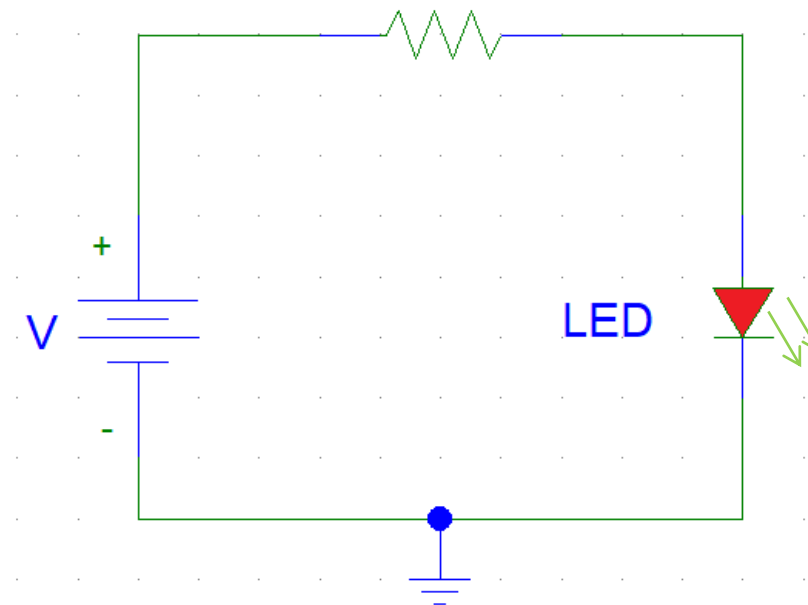
Доор харуулсан хэлхээний тэжээлийн үүсгүүрийг +3В туйлтай холбоотой үед LED гэрэлтэнэ.

Харин LED-ийг буруу харуулан холбовол LED асахгүй. Мөн тэжээлийн үүсгүүрийн туйл зөв байгаа эсэхийг LED-ээр шалгаж болно.



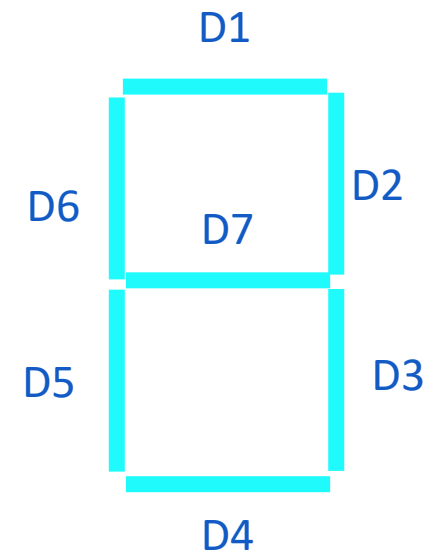
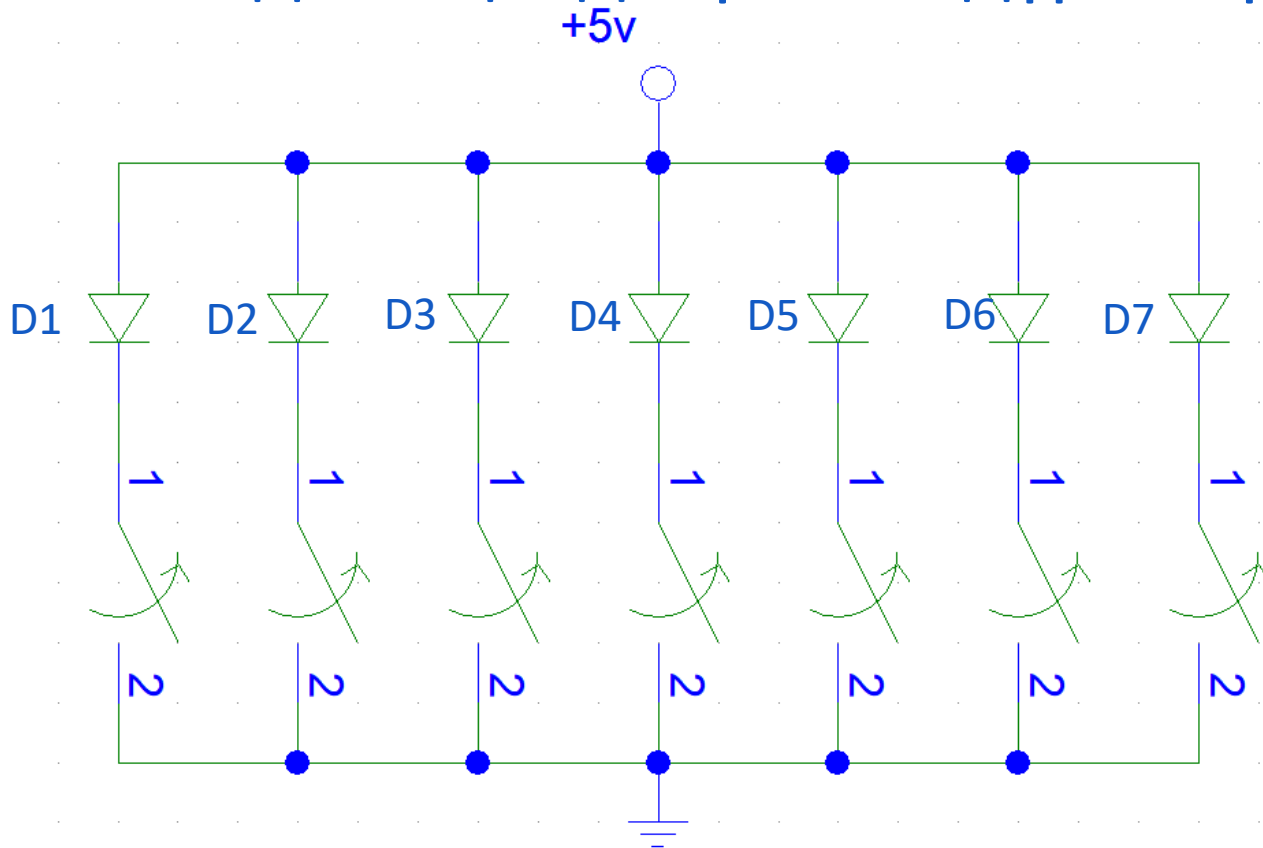
LED-ийн хэрэглээ

Тэжээлийн хүчдлийг нэмбэл гүйдэл бас нэмэгдэх учираас LED-ийн гэрэлтэх чанар ихэснэ. Харин хэт их хэмжээний хүчдэл өгвөл LED заагдсан хүчдлээс давж шатах аюултай байдаг. Хэрвээ LED-ийн гэрэлтэх чанарыг бууруулахыг хүсвэл эсэргүүцлийн хэмжээг нэмэх хэрэгтэй.



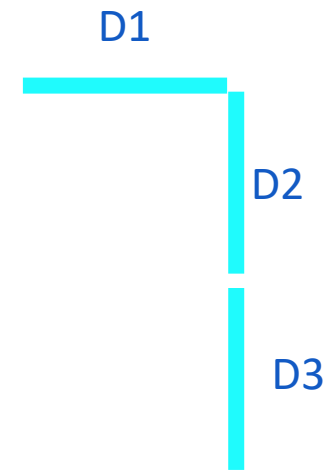
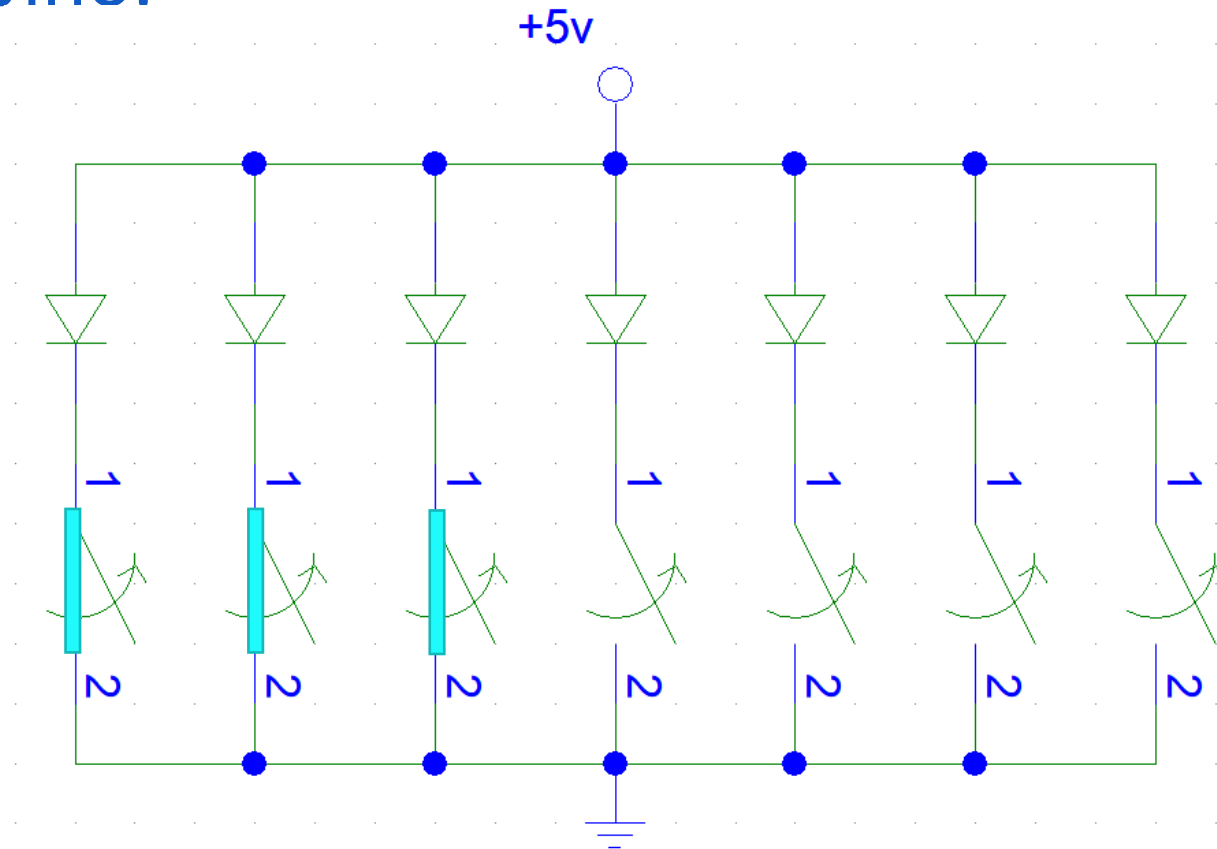
LED-ийн хэрэглээ

LED-ийн өөр нэг хэрэглээ нь 7 сегменттэй дэлгэц. Энэ хэлхээнд 7 LED орох бөгөөд S switch нээлттэй, хаалттай байхаас дэлгэцэнд гэрэлтэх дүрс өөрчлөгдөнө.



LED-ийн хэрэглээ

Жишээ нь D1, D2, D3 LED-үүдийг асаая гэвэл харгалзах түлхүүрүүдийг холбож өгнө. Тэгсэнээр 7-ын тоо харагдах болно.





LED-ийн хэрэглээ



LED гэрэл нь зориулалтаасаа шалтгаалаад төрөл бүрийн хэмжээтэй байж болно. Энгийн LED гэрлүүд ихэвчлэн 2 хөлтэй байдаг. Энд LED-үүдийн хөлийг анхаарах хэрэгтэй. LED-ийн хөлний нэг нь урт, нөгөө нь богино байдаг, урт хөл нь анодыг, богино хөл нь катодыг заана. Мөн улаан LED-ийн босгын хүчдэл 1.7 Вольт, инфра улаан LED-ийнх 1.2 Вольт, хөх LED-ийнх 3.4 Вольт, улаан, ногоон, шар LED-ийнх 2.1 Вольт тус тус байдаг.

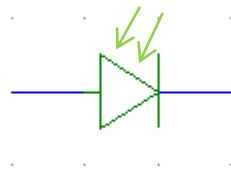
ФОТОДИОД

Фотодиод нь диодын n-p шилжилтийн мужийг гэрэлтүүлэхэд энэ мужид байрлах атомын электрон гэрлийг шингээн авснаар атомаас сугарч гарах ба энэ электроны байх ёстой байранд n мужаас электрон нөхөн ирж байрлах үзэгдэлд үндэслэгдэнэ.

Фотодиод дээр гэрэл тусгаагүй байх үед гүйдэл гүйхгүй. Харин гэрэл тусгавал гүйдэл гүйнэ. Гэрэл тусгасны улмаас фотодиодоор $0.04mA$ гүйдэл гүйсэн гэж үзвэл фотодиод дээр $10V - 100k\Omega \cdot 0.04mA = 6V$ хүчдэл унах болно.

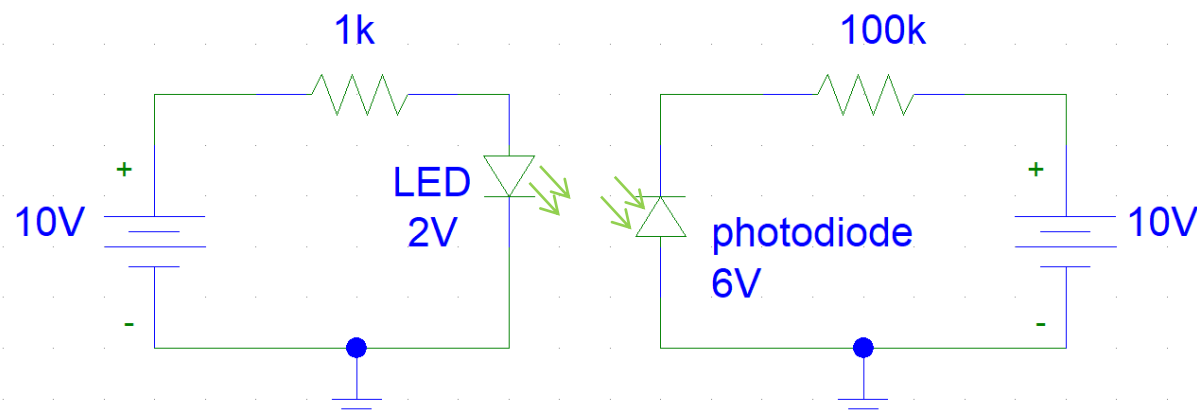
ФОТОДИОД

Фотодиод дээр тусах гэрлийн эрчмийг багасгавал фотодиоддоор гүйх гүйдэл багасна. Хэрэв фотодиоддоор гүйх гүйдлийг түүн дээр тусах гэрлийн эрчмийг багасгах замаар 0.02mA болтол багасгавал фотодиод дээр унах хүчдэл $10\text{V} - 100\text{k}\Omega \cdot 0.02\text{mA} = 8\text{V}$ болтол ихэснэ. Доорх зурагт фотодиодын схемэндэх тэмдэглэгээг харуулав.

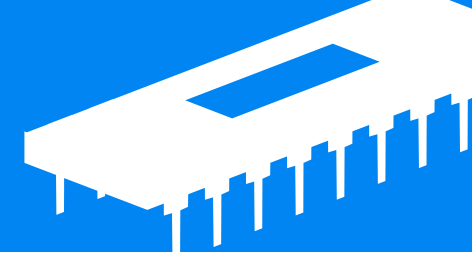


ФОТОДИОД

Фотодиод нь дангаараа ажиллах боломжгүй ба заавал гэрэлтэгч диодтой хамт ажилладаг. Доорх хэлхээг харна уу. LED-ээр $(10V - 2V) / 1k\Omega = 8mA$ гүйдэл гүйнэ. LED-ээс гарах гэрлийн нөлөөгөөр фотодиодоор $0.04mA$ орчим гүйдэл гүйнэ. Иймээс фотодиод дээр $10V - 0.04mA \cdot 100k\Omega = 6V$ хүчдэл унана.



Варикап диод

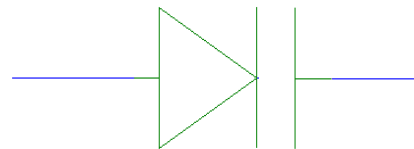


Диодны n , p мужийг хоорондоо диэлектрикээр тусгаарлагдсан конденсаторын параллель ялтаснуудтай адилтгаж үздэг диодыг варикап гэнэ.

Диодны урвуу хүчдлийг ихэсгэхэд n - p шилжилтийн өргөн ихэснэ. Ингэснээр диодыг конденсатортай адилтгаж үзвэл урвуу хүчдлийг ихэсгэснээр диодны багтаамж багасна. Жишээ нь 1N5142 диодны хувьд хяналтын хүчдэл нь 4Вольт байх үед багтаамж нь 15pF байх ба хяналтын хүчдлийг ихэсгэхэд багтаамж буурч 60v болоход 5pF болно.

Варикап диод

Иймээс варикапыг хэлхээнд урвуу холбосон тохиолдолд урвуу хүчдлийн хэмжээг ихэсгэх, багасгах замаар түүний багтаамжийг өөрчилж болдог конденсатораар төлөөлүүлэн үзэж болдог. Доорх зураганд схемэндэх тэмдэглэгээг үзүүлэв.



СКОТЫН ДИОД

Энгийн шулуутгагч диод ашигласан хагас шулуутгагчийн хэлхээгээр өндөр давтамжийн гүйдлийг дамжуулахад негатив сүүл үүсдэг. Өөрөөр хэлбэл энгийн хагас дамжуулагч диод ашигласан хагас шулуутгагчийг 1MHz-ээс бага давтамжтай сигналыг шулуутгахад ашигладаг. 1MHz давтамжаас их давтамжтай сигналын хувьд негатив сүүл үүснэ. Скотын диод нь энгийн диодны энэ дутагдлыг арилгах зорилгоор гарч ирсэн бөгөөд 1–300MHz давтамжтай сигналыг шулуутгахад ашиглана.



Гүйдэл тогтворжуулагч



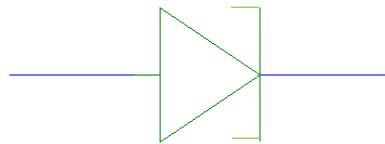
1N5305 диод нь 2–100В-ийн тогтмол хүчдэлд 2mA гүйдлийг дамжуулна. Энэ шинж чанарыг ашиглан диодыг хүчдэл тогтворжуулагчаар ашигладаг. Оролтын хүчдлийг 2-100В болгон өөрчлөхөд гаралтанд $2mA \cdot 1k\Omega = 2V$ байна. Энэ хэлхээний хувьд оролтын хүчдлийн давтамжийг 300MHz хүртэл ихэсгэхэд негатив сүүл үүсэхгүй.

Туннелийн диод

Тунелийн буюу хонгилон диодын онцлог нь шилжилтэнд цэнэг зөөгчийг шилжүүлэхдээ хонгилон механизм ашигладаг. Түүний вольт-амперийн тодорхойлолтонд сөрөг дифференциал эсэргүүцэлтэй хэсэг байдаг. Туннелийн диодын шинж чанар нь түүний вольт амперийн тодорхойлолтоор илэрхийлэгддэг. Энэхүү диодыг германий арсенид антимонид галлигаар хийдэг боловч практик дээр германий ашиглаж хийсэн туннелийн диодыг өргөн ашигладаг.

Туннелийн диод

Туннелийн диодын нэг онцлог нь р-п өндөр ажлын давтамжинд ажиллаж чаддаг. Электронуудын хонгилон эффект маш богино хугацаанд $1 * 10^{-3}$ сек явагддаг. Ирээдүйд энэ хугацаа нэмэгдэж болно. Туннелын диод жирийн диодыхоос 100 дахин бага чадал зарцуулдагаараа онцлог байдаг. Доорх зураганд туннелийн диодны схемэндэх тэмдэглэгээг үзүүлэв.



Стабилитрон - zener diode

Диодны урвуу холболтын үед нурангын эффектээс хамааран хүчдлийн тодорхой утгаас хагас дамжуулагч диодоор гүйх урвуу гүйдлийн хэмжээ огцом өсдөг. Энэ нь электронд хангалттай их энерги өгсөн тохиолдолд уг электрон нэмэх туйлын зүг хөдлөхдөө замдаа тааралдсан атомыг мөргөж түүнээс электроныг сугалан гаргадаг. Энэхүү сугарч гарсан электроны энерги хангалттай их байх үед дахин замдаа тааралдсан атомтай мөргөлдөж электроныг сугалан гаргадаг. Үүний улмаас урвуу холболтын үе дэх урвуу гүйдэл огцом өснө. Үүнээс гадна маш их донор агуулсан хагас дамжуулагч диодны хувьд урвуу хүчдлийн хэмжээ 5^{-10} вольт орчим байхад zener эффект гэдэг үзэгдэл явагддаг.

Стабилитрон - zener diode

Урвуу холболтын үед n-p шилжилтийн өргөн ихэснэ. Үүний улмаас эерэг сөрөг ионууд бүхий муж хүчдлийн нэмэх хасах туйлд ойртоно. Zener-ийн эффект нь n-p шилжилтийн мужид байрлах атомаас электрон сугаран гарч n хагас дамжуулагч уруу орох ба p хагас дамжуулагчид байрлах электронуудаас энэ n-p шилжилтийн мужид байрлах электроноо алдсан эдгээр атомуудад хүрэлцэн ирж нөхөгддөг. Энэ эффект нь урвуу хүчдлийн 4^{-10} вольтын үед ажиглагдана. Диодны урвуу гүйдлийн энэ эффектэд үндэслэгдсэн хагас дамжуулагч диодыг zener диод гэнэ.



Zener диодны характеристик



Zener диодны вольт-амперийн характеристикаас дараах дүгнэлтийг хийж болно.

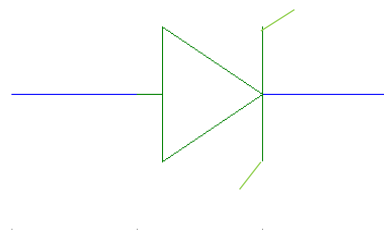
1. Zener диодыг хэлхээнд шууд холбосон тохиолдолд түүнийг шулуутгагч диодтой адилхан гэж үзэж болно. Өөрөөр хэлбэл шууд холболтын 0.7 Вольтоос эхлэн гүйдлийг дамжуулдаг байна.

2. Zener диодыг хэлхээнд урвуу холбосон тохиолдолд босгын хүчдэл гэж нэрлэгддэг хүчдлээс эхлэн гүйдлийг дамжуулдаг.

Zener диодны характеристик

3. Урвуу хүчдлийн босгын хүчдэл нь урвуу гүйдлийг утга эрс ихсэж ирэх хүчдлийг ойлгоно.
4. Диодоор гүйх урвуу гүйдлийн хэмжээг ихэсгэхэд диод дээр унах хүчдэл ихэсэх ба диодоор гүйх урвуу гүйдлийн хэмжээг багасгахад диод дээр унах хүчдэл багасдаг.

Доорх зураганд zener диодны схемэндэх тэмдэглэгээг үзүүлэв.



Дасгал ажил

- ✓ Диодуудын схемэндэх тэмдэглэгээг ялгаж цээжлэх
- ✓ Ямар прожцктуудад ямар диод орсоньг ялгах
- ✓ Zener диод ашигласан ямар тоног төхөөрөмж байж болохыг олох
- ✓ 7 сегменийн LED-ээр 3 тоо бүтээхэд аль түлхүүрүүдийг хаах вэ?



**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)