SK CHIPS Competence Centre

Diódy

14.10.2026

Ing. Robert Szobolovszký, PhD.,
Nikola Gvistová,
Ing. Michal Pifko



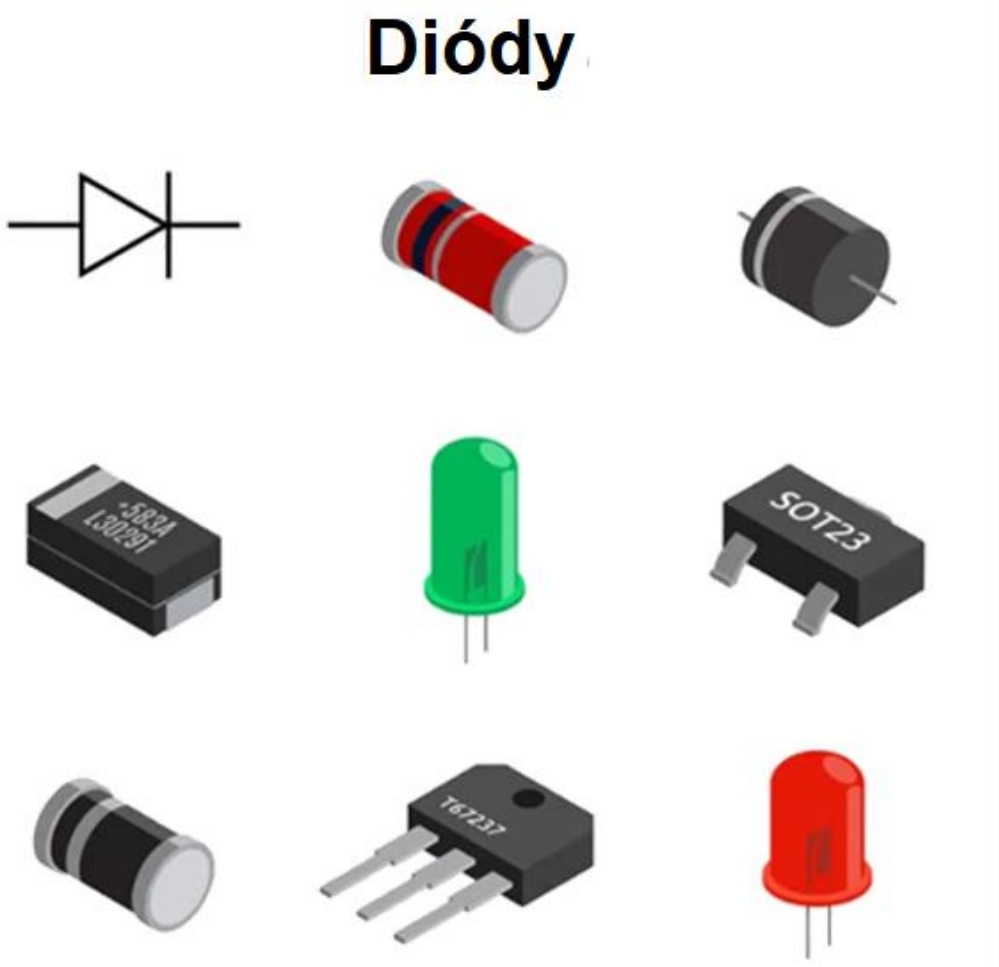
Chips JU

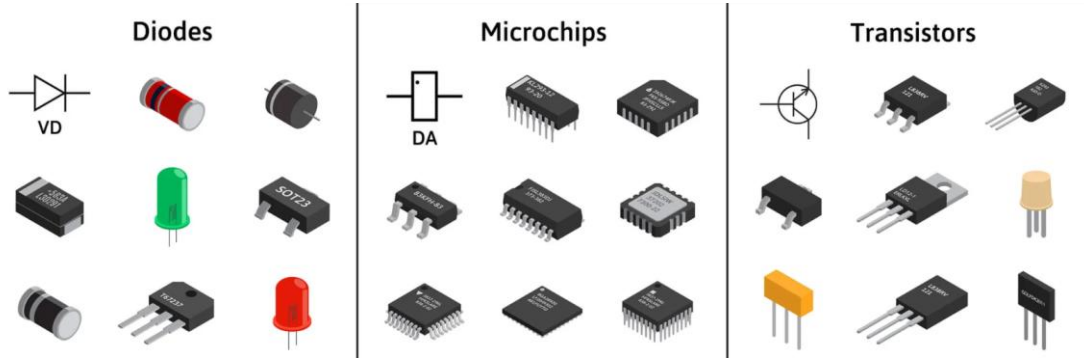
MINISTRY OF EDUCATION, RESEARCH, DEVELOPMENT AND YOUTH OF THE SLOVAK REPUBLIC

MINISTRY OF ECONOMY OF THE SLOVAK REPUBLIC

Aktívna súčiastka

Čo znamená „aktívna súčiastka“ ?



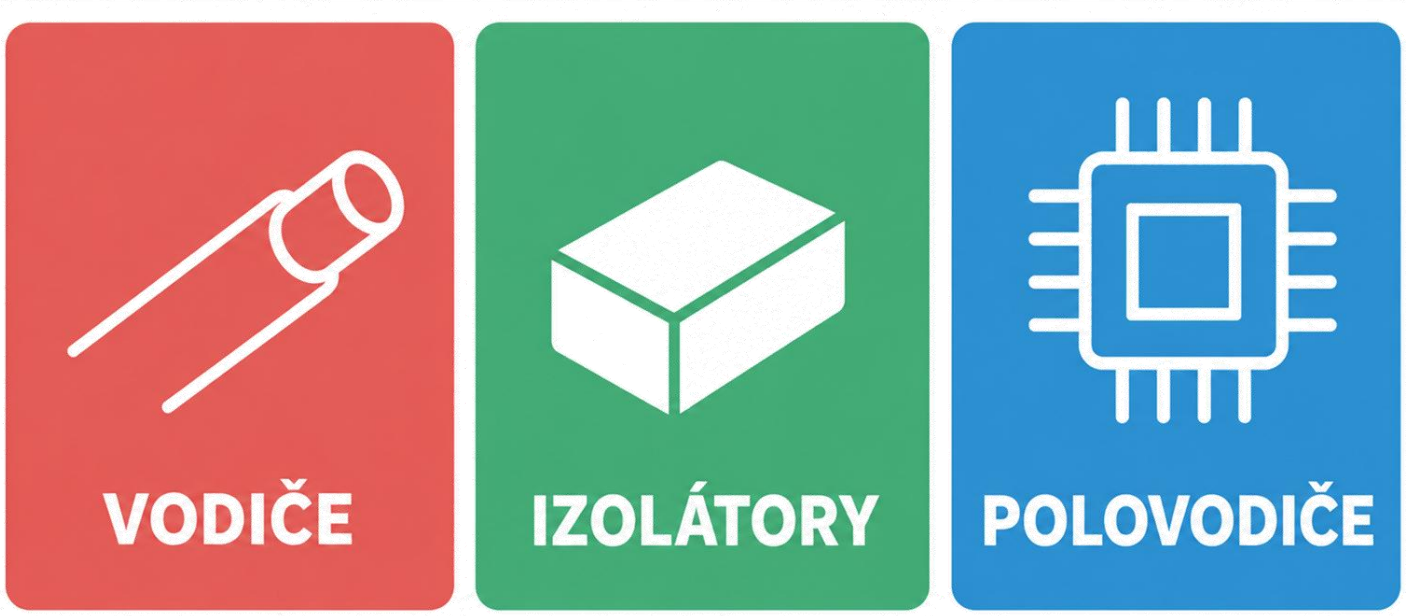


Súčiastky, ktorých **elektrické vlastnosti** (napr. odpor, kapacita a pod.) **sú premenné** a možno ich ovládať napríklad napätím, alebo prúdom, nazývame **aktívne súčiastky.**

Schopnosť meniť elektrické vlastnosti určitých súčiastok nám umožňujú **polovodičové materiály**.

Materiály v elektronike

Vodiče, izolanty a polovodiče



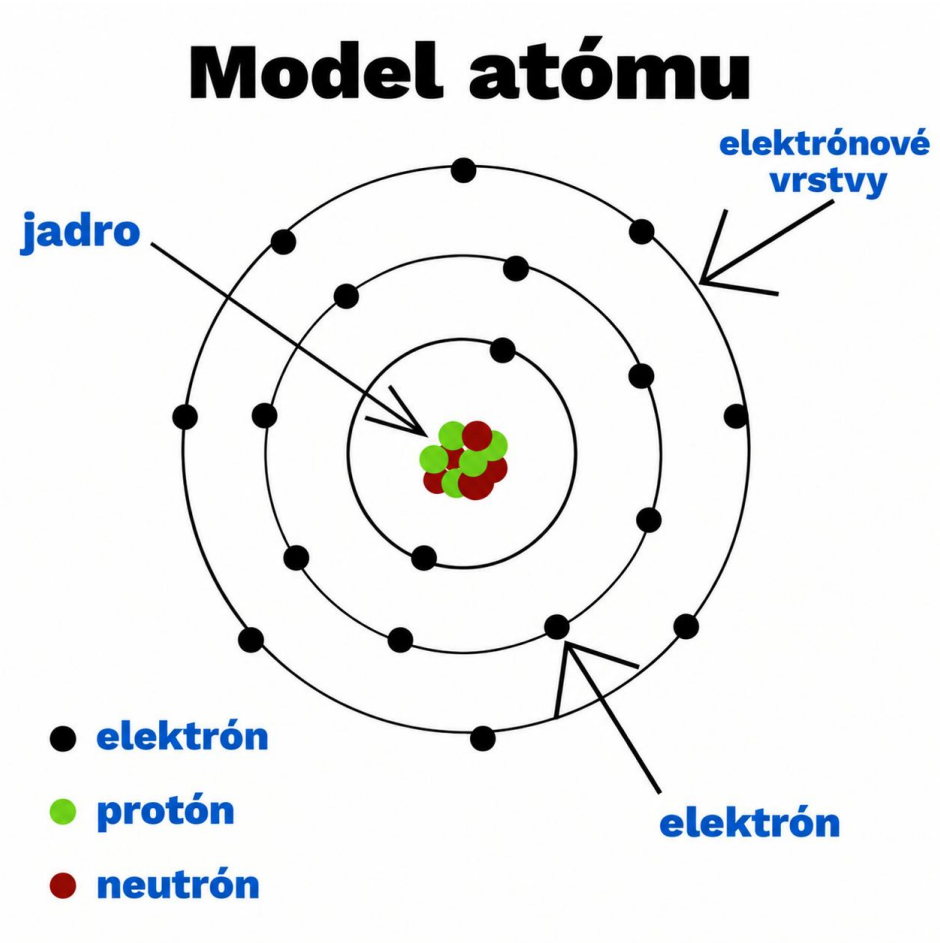
Podľa elektrickej vodivosti rozlišujeme:

Vodiče
- Elektrický prúd nimi prechádza ľahko
- Napr. meď, hliník

Izolanty
- Elektrický prúd nimi prakticky neprechádza
- Napr. sklo, plast, keramika

Polovodiče
- Ich vodivosť je medzi vodičmi a izolantmi
- Ich elektrické vlastnosti možno výrazne ovplyvňovať

Materiály a vodivosť



Všetko okolo nás je tvorené **atómami**

Jadro :
- **protóny (+)**
- **neutróny**

Elektrónový obal:
- **elektróny (–)**

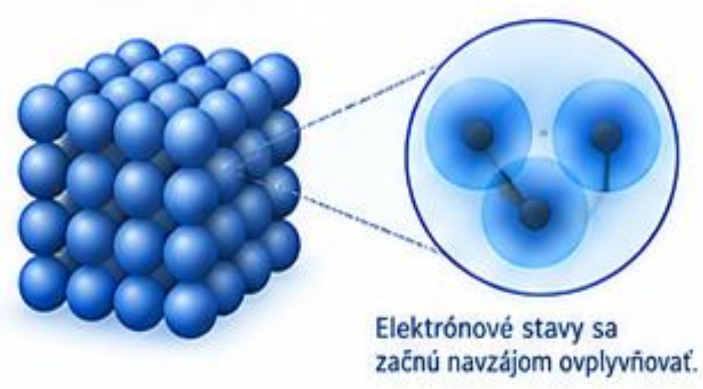
elektróny sa nachádzajú v **okolí jadra v elektrónových vrstvách**.

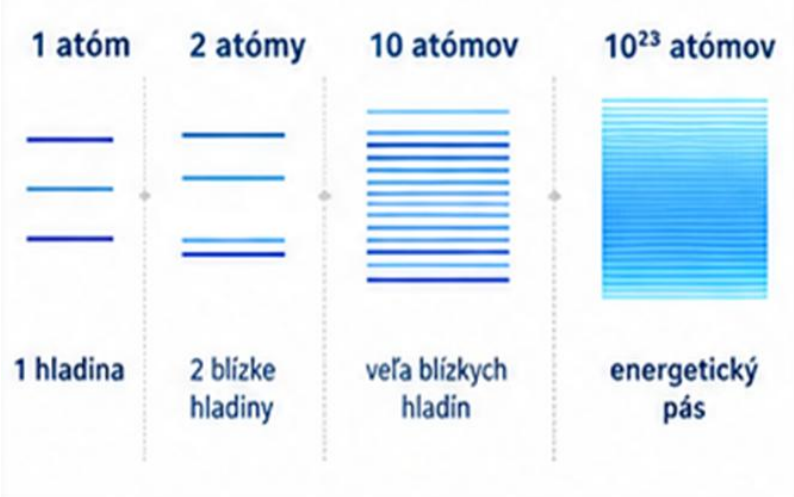
Elektróny majú záporný elektrický náboj a ich **správanie ovplyvňuje elektrické pole**.

Elektróny v atóme však **nemôžu mať ľubovoľnú energiu**. Môžu sa nachádzať iba v **určitých energetických stavoch**.

Polovodiče

Čo sa stane, keď dáme atómy k sebe?





Atómy v tuhej látke sú **veľmi blízko seba**

Začne prevládať **vplyv susedných atómov** na svoje elektróny.

Ich **elektrónové stavy** sa začnú navzájom **ovplyvňovať**

Pôvodné energetické hladiny sa **rozštiepia**

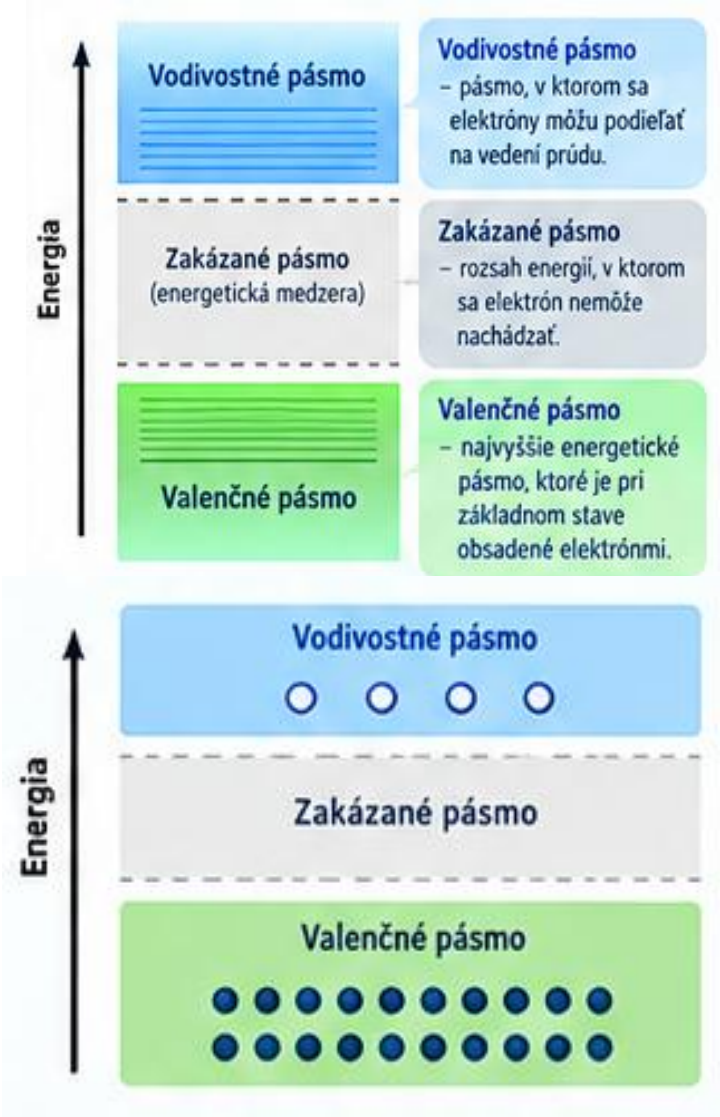
Čím viac atómov, tým viac rozštiepených stavov

V **tuhej látke** tak môže vzniknúť **obrovské množstvo veľmi blízkych energetických stavov**

Vzniknuté energetické stavy sú spoločné naprieč celým materiálom.

Už nemožno hovoriť o **jednom energetickom stave** ale o **pásme energetických stavov**

Energetické pásma



Elektrón potrebuje dostupný energetický stav. Elektróny postupne **obsadzujú** energetické stavy od **najnižšej energie**. **Elektrické pole môže zmeniť stav elektrónu**.

Valenčné pásmo - **najvyššie energetické pásmo obsadené elektrónmi**. obsahuje elektróny viazané v chemických väzbách pri nízkych teplotách **býva v polovodičoch a izolantoch spravidla zaplnené.**

Vodivostné pásmo - pásmo, v ktorom sa elektróny môžu **podieľať na vedení prúdu.**

Vzniknuté valenčné a vodivostné pásma sa môžu **prekrývať**. Ak sa neprekrývajú existuje aj **zakázané pásmo medzi nimi.**

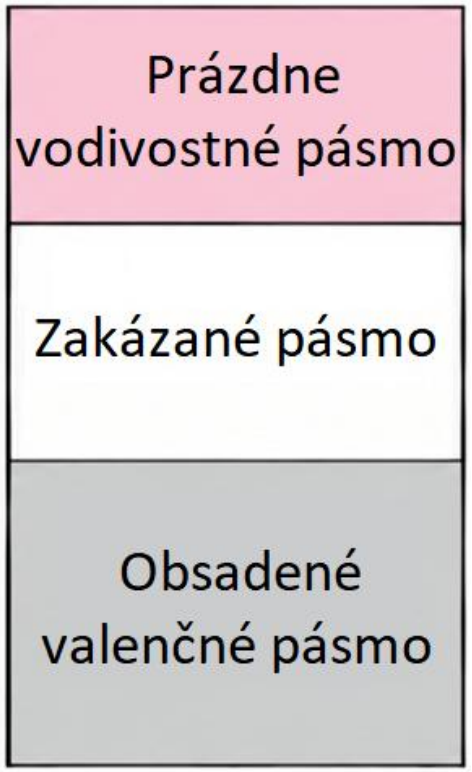
Zakázane pásmo je energetická oblasť **medzi dovolenými pásmami**, v ktorej v **neexistujú dovolené energetické stavy**

Polovodiče

Kde je elektrón ?



Kov (Cu)



Izolant

Šírka zakázaného pásma a obsadenie energetických pásiem výrazne ovplyvňujú elektrickú vodivosť materiálu.

V prípade že je **pásmo úplne zaplnené**, elektróny **nemajú dostupné voľné stavy** v jeho bezprostrednej blízkosti.

Elektrické pole nemôže pohyb elektrónov jednoducho zmeniť. Ak je ďalšie pásmo oddelené zakázaným pásmom **musíme dodať veľké množstvo energie na jeho prekonanie**.

Takýto materiál má veľmi nízku vodivosť. Nazývame ho **izolant.**

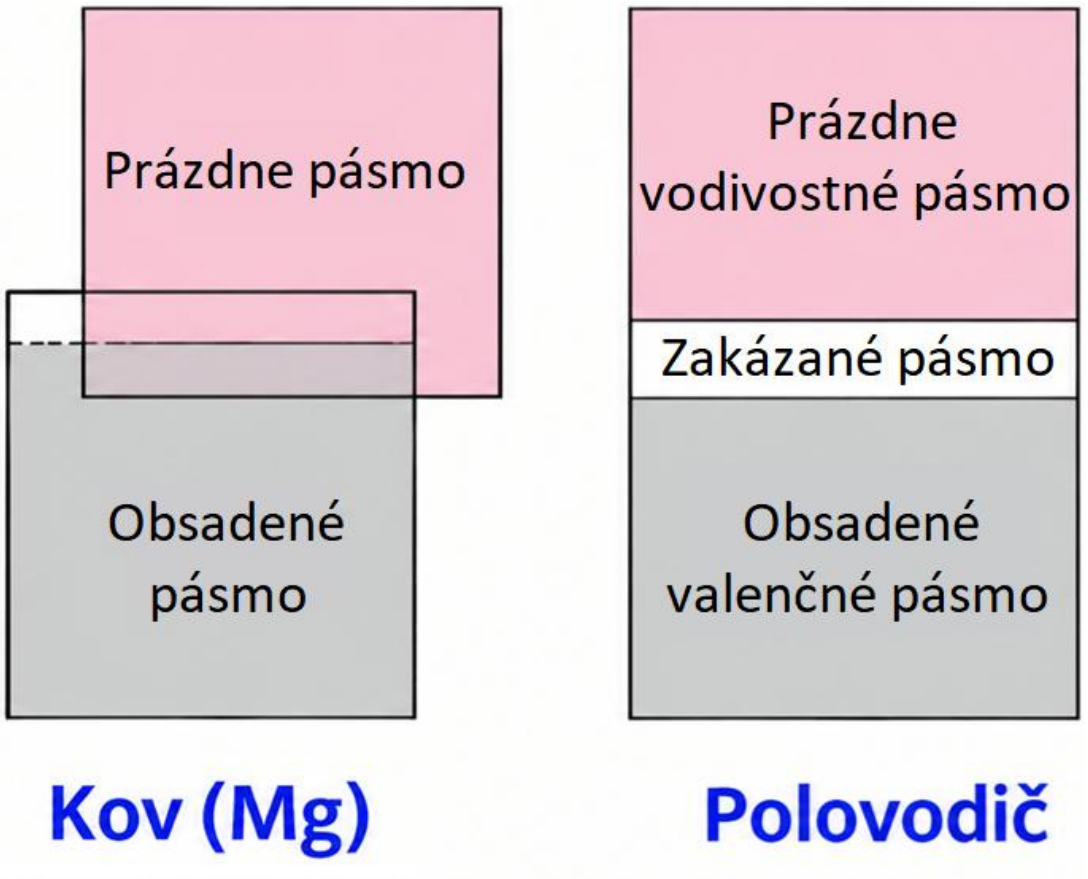
V prípade že je energetické pásmo iba z **časti zaplnené elektrónmy**, dokážeme elektróny **presúvať na iné energetické stavy**.

Ak **existuje blízky voľný stav**:
malá zmena energie → zmena stavu → zmena pohybu elektrónu→ elektrický náboj sa pohybuje→ tečie elektrický prúd

Materiál ma vysokú vodivosť (vodič)

Polovodiče

Kde je elektrón ?



Existuje aj prípad kedy **zakázane pásmo neexistuje a valenčné a vodivostné pásmo sa prelína**

Elektrón môže plynulo prejsť **z valenčného do vodivostneho pasu** kde mu je ponuknutých **množstvo energetickych stavov**.

Materiál ma vysokú vodivosť (vodič)

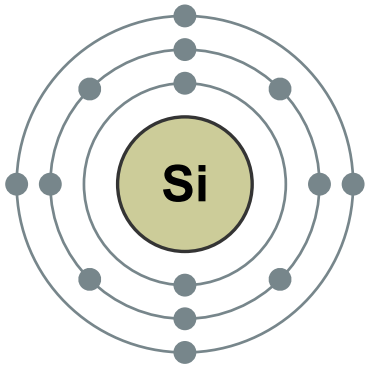
Existujú aj materiály kde šírka zakázaného pásma nieje taká široká. Je podstatne užšia čo znamená, že za určitých podmienok môžu **elektróny získať dostatok energie na prechod z valenčného pásma do vodivostného pásma**.

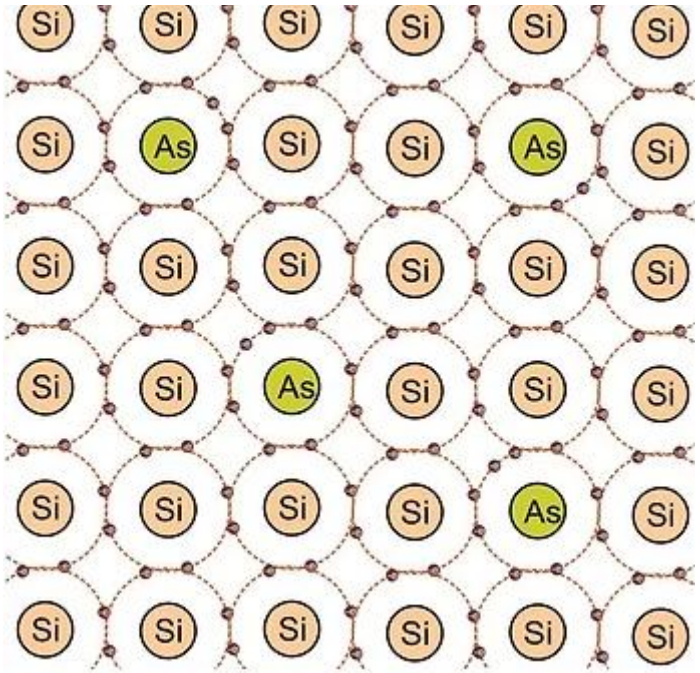
Takéto materiály nazývame **polovodiče**. **Vodivosť vieme meniť** napríklad **teplotou**, **svetlom**, **elektrickým poľom** alebo **dopovaním**.

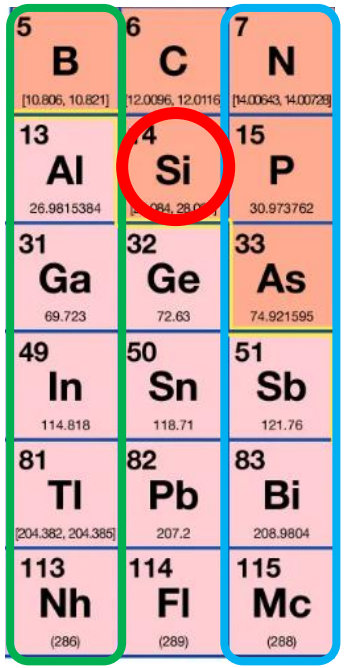
Práve schopnosť riadiť vodivosť robí z polovodičov základ modernej elektroniky.

Polovodiče

Ako vzniká polovodičová súčiastka?







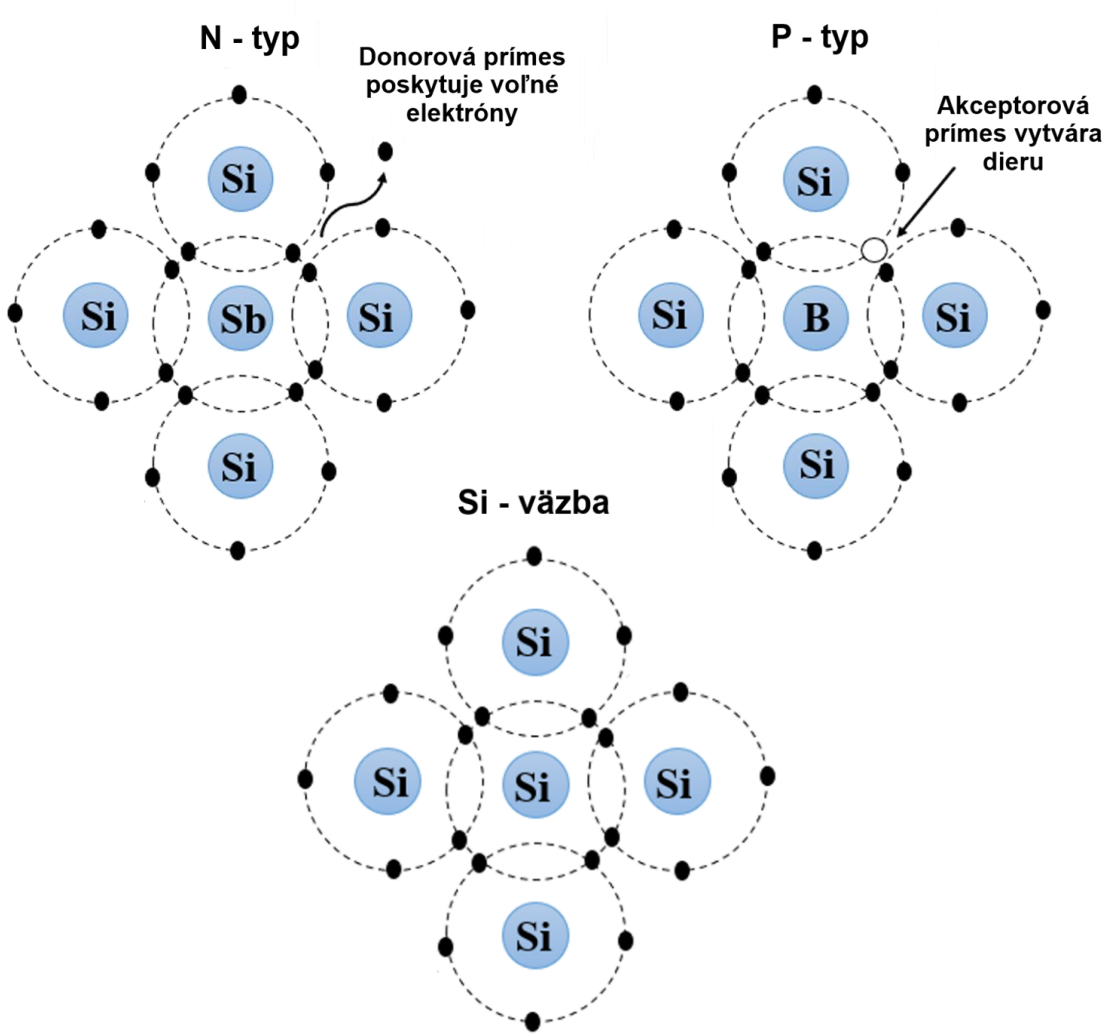
Polovodič je materiál, ktorého **elektrickú vodivosť dokážeme ovplyvňovať**.

Aby sme túto vlastnosť využili v elektronike, potrebujeme vytvoriť **oblasti materiálu s rozdielnymi elektrickými vlastnosťami** a vhodne ich spojiť.

Jedným zo spôsobov **je dopovanie polovodiča** – pridávanie malého množstva **vhodných prímesí**, ktorými meníme **počet a typ nosičov elektrického náboja.**

Takto môžeme vytvárať **polovodičové oblasti** typu **N** a **P**, ktoré sú základom mnohých polovodičových súčiastok.

Ako vzniká polovodičová súčiastka?



Kremík (Si) tvorí s ostatnými atómami kremíka kovalentnú väzbu, pri ktorej **zdieľa celkovo 4 valenčné elektróny.**

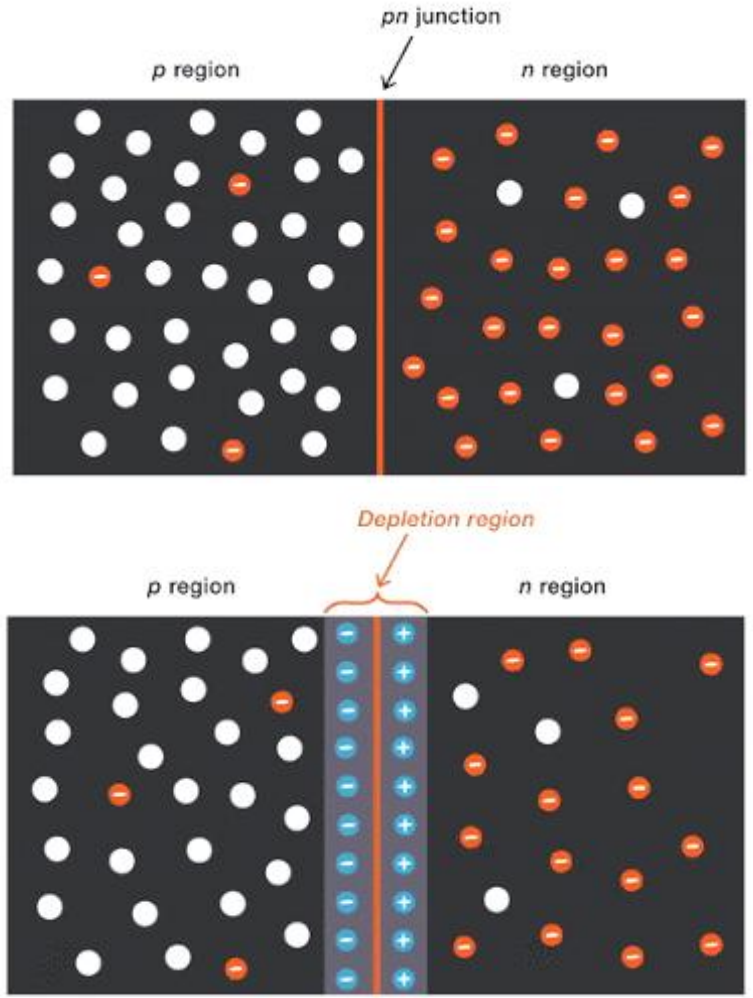
Polovodič typu N
Dopovaním prvkom ktorý má **5 valenčných elektrónov** (napríklad Sb - amtimón) **vznikajú voľné elektróny**, ktoré sú väčšinovými nosičmi náboja.

Polovodič typu P
Dopovaním prvkom ktorý má **3 valenčné elektróny** (napríklad B – bór) **vznikajú diery**, ktoré sú väčšinovými nosičmi náboja. **Diera predstavuje chýbajúci elektrón vo väzbách kryštálu**.

Oba typy materiálu sú elektricky neutrálne. Označenia N a P neznamenajú, že jeden materiál má celkový záporný a druhý kladný náboj. **Rozdiel je v tom, ktoré nosiče náboja v nich prevládajú**.

Využitie polovodičov

PN prechod



Ak v jednom polovodičovom kryštáli vytvoríme **oblasť typu P** a oblasť **typu N**, na ich **rozhraní vznikne PN prechod**.

Elektróny z oblasti N a **diery z oblasti P** sa v blízkosti rozhrania začnú rekombinovať. Vznikne tak oblasť s **veľmi malým množstvom voľných nosičov náboja**, ktorá sa nazýva **ochudobnená oblasť**.

V tejto oblasti zostávajú **nepohyblivé nabité prímesi**, ktoré **vytvárajú elektrické pole**. To **bráni** ďalšiemu voľnému **prechodu nosičov** cez rozhranie.

Práve vlastnosti PN prechodu umožňujú **viesť prúd výrazne ľahšie v jednom smere než v opačnom**.

Diódy

Polovodičová dióda



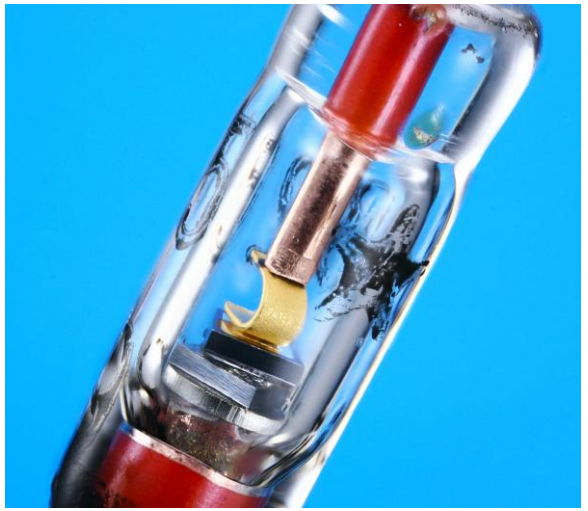
Dióda je **dvojpólová polovodičová súčiastka**, ktorá má **anódu (A) a katódu (K).**

Jej hlavnou vlastnosťou je, že v **priepustnom smere vedie prúd podstatne ľahšie než v záverom smere**.

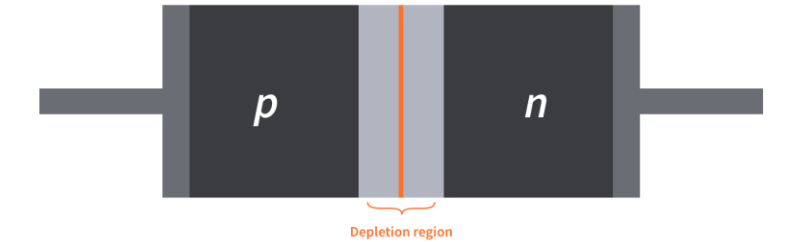
Dosiahnutie tejto vlastnosti je možné rôznymi spôsobmi, napríklad **polovodičovým PN priechodom**. Takúto diódu nazývame **PN dióda.**



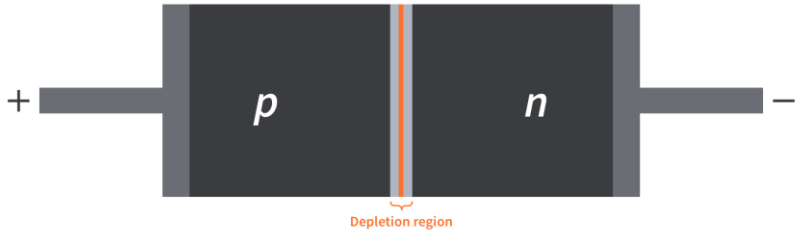


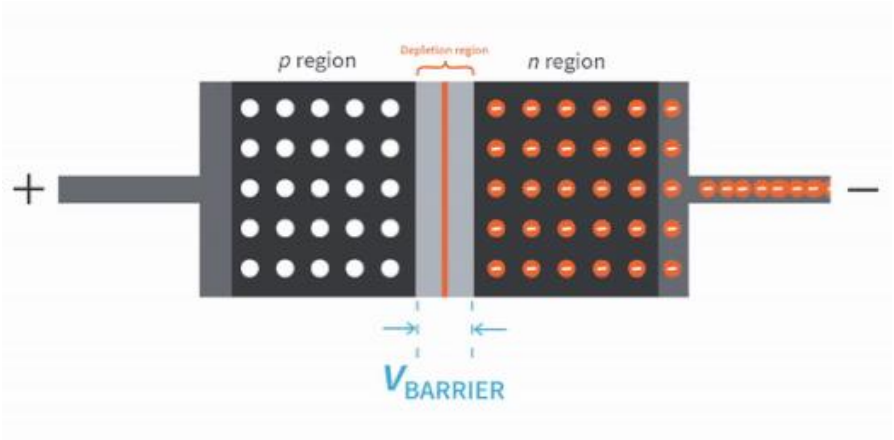


Kedy dióda začne viesť?



At equilibrium (no bias)





Priepustný smer

- Anóda → kladný pól
- Katóda → záporný pól

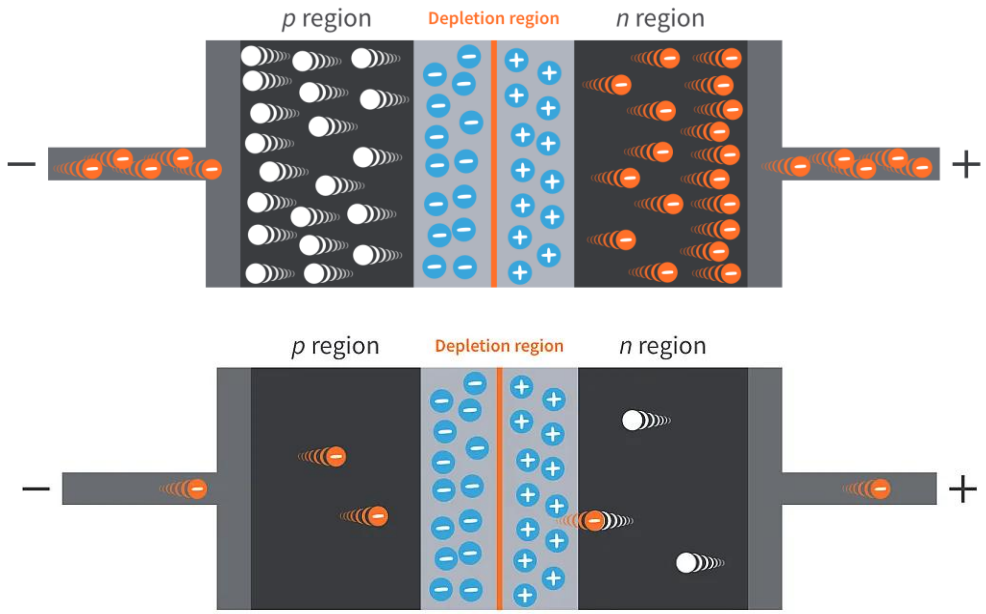
Vonkajšie elektrické pole pôsobí proti elektrickému poľu PN priechodu.

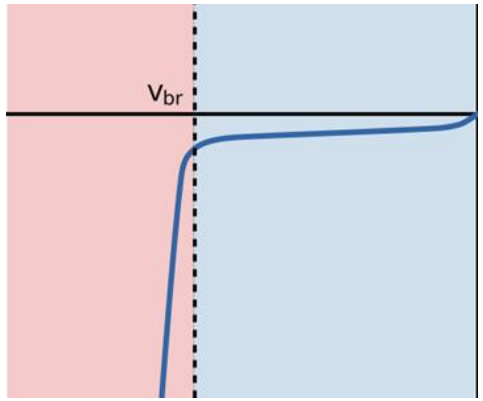
- zmenšuje sa potenciálová bariéra
- zmenšuje sa ochudobnená oblasť
- nosiče náboja môžu prechádzať cez PN priechod
- dióda vedie prúd

Úbytok napätia na dióde
Dióda **nie je ideálny vodič.**
Pri priepustnom prúde **vzniká na dióde úbytok napätia.**
Kremíková PN dióda :≈ **0,6 – 0,7 V**
Schottkyho dióda :≈ **0,2 – 0,5 V**

Hodnota 0,7 V **neznamená**, že sa dióda pri 0,7 V **„zapne“. Prúd rastie postupne.**

PN dióda v Závernom smere





Záverný smer
- Anóda → záporný pól
- Katóda → kladný pól

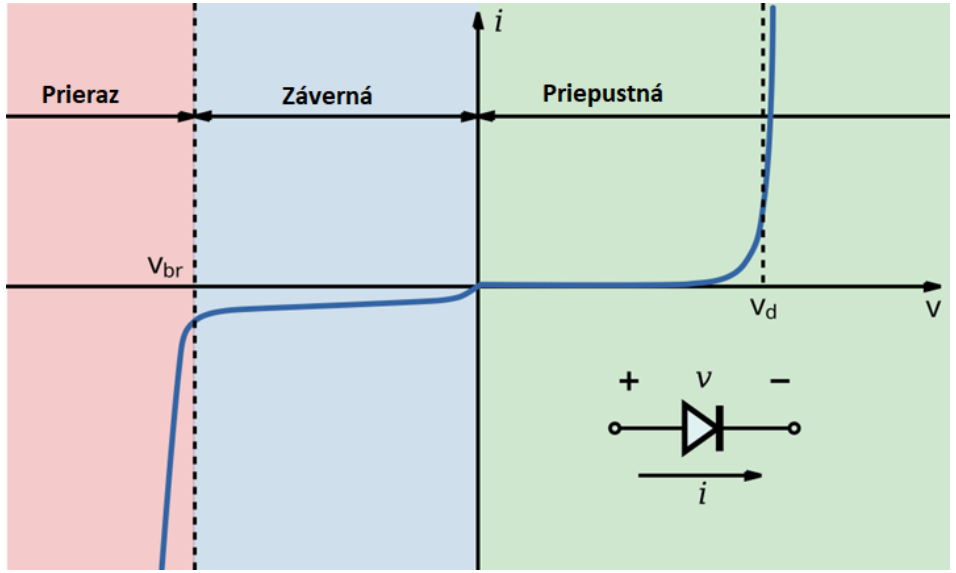
Vonkajšie elektrické pole pôsobí v rovnakom smere ako elektrické pole PN priechodu.

- zväčšuje sa potenciálová bariéra
- zväčšuje sa ochudobnená oblasť
- hlavné nosiče náboja nemôžu prechádzať cez PN priechod

Dióda prakticky **nevedie prúd**. Nie je však dokonale nulový.

Záverný prúd spôsobujú **menšinové nosiče náboja**.
- je veľmi malý
- závisí od teploty
- pri zvyšovaní teploty výrazne rastie
- Pri dostatočne veľkom závernom napätí môže **dôjsť k prierazu.**

Voltampérová charakteristika diódy



Charakteristika diódy je **nelineárna.**

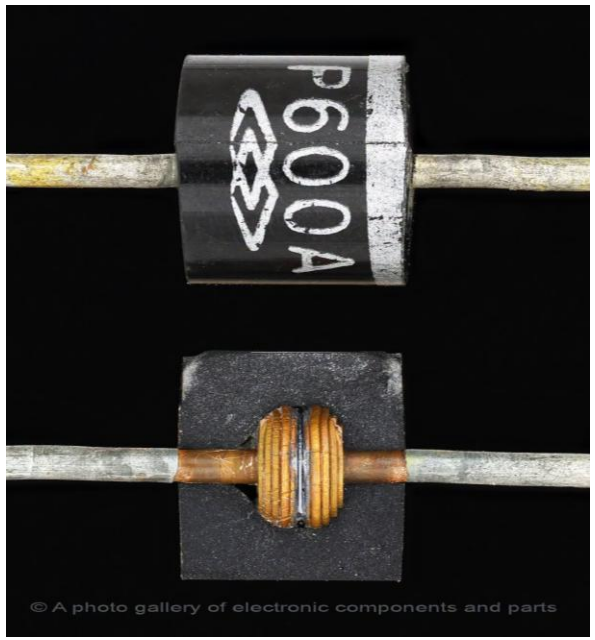
Z grafu môžeme určiť:
- Priepustnú oblasť
- Závernú oblasť
- Oblasť prierazu

Priepustná časť VA charakteristiky
- Pri malom priepustnom napätí tečie len malý prúd.
- Po prekročení **určitej hodnoty** začne prúd **veľmi rýchlo narastať.**
- **Malá zmena napätia → veľká zmena prúdu**
- Preto je potrebné **prúd diódou obmedzovať**.

Záverná časť VA charakteristiky
- V závernom smere tečie iba **malý záverný prúd**.
- **Pri prekročení** určitého **napätia** nastane **PRIERAZ**
- **Záverný prúd** začne prudko **narastať**.
- **Prierazové napätie závisí od typu a konštrukcie diódy**

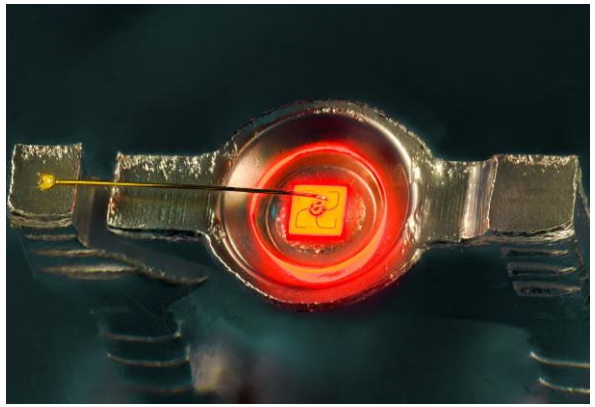
Diódy

Dalšie typy diód











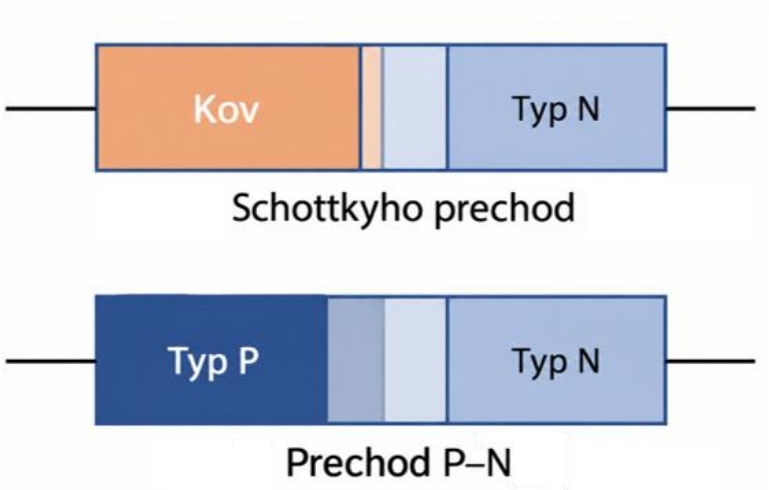


Zenerová dióda - stabilizácia napätia, ochrana proti prepätiu
Schottkyho dióda – Nízky úbytok napätia, usmerňovače
LED - vyžarovanie svetla
Laserová dióda - koherentné laserové svetlo
Lavínová dióda - ochrana proti prepätiu, detekcia
Tunelova dioda - veľmi rýchle spínanie, oscilátory
Kapacitná dioda (varikap) - napätím riadená kapacita, ladenie
Pin dioda - RF, vysokofrekvenčné spínače, attenuátory
Fotodioda - detekcia svetla
Fotovoltaická dióda / solárny článok - premena svetla na elektrickú energiu
Gunnova dióda - mikrovlnné oscilátory
Step-recovery dióda - veľmi rýchle impulzy
OLED – využíva organické materiály pre generáciu svetla





Schottkyho dióda







Diódu môžeme vytvoriť aj spojením **kovu s polovodičom.**

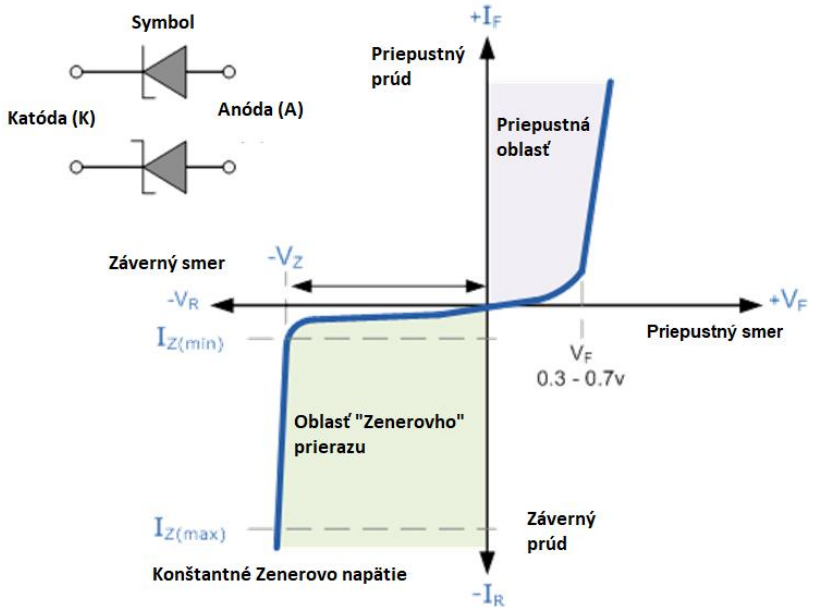
Pri vhodnej kombinácii kovu a polovodiča **vzniká usmerňujúci kontakt**, ktorý umožňuje viesť prúd ľahšie v jednom smere než v opačnom.

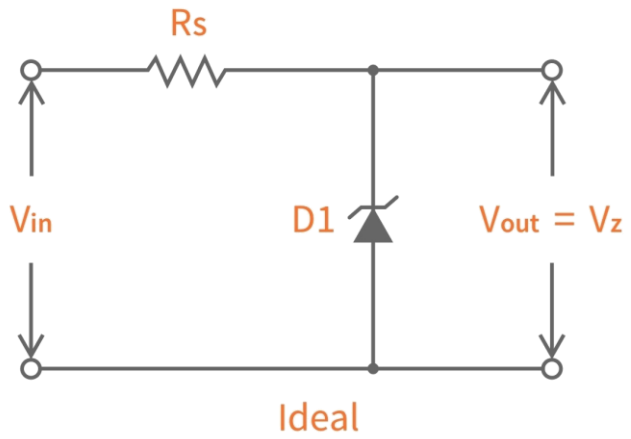
Na rozhraní kovu a polovodiča **vzniká Schottkyho kontakt.** Takto vytvorená súčiastka sa nazýva **Schottkyho dióda.**

Schottkyho diódy sa používajú lebo **majú menši úbytok napätia** oproti PN diódam. **Menšie straty**

Schottkyho dióda :≈ **0,2 – 0,5 V**

Zenerova dioda





Zenerova dióda je dióda navrhnutá tak, aby mohla bez poškodenia pracovať v **oblasti záverného prierazu**.

V závernom smere až do určitého napätia tečie iba malý prúd
Po dosiahnutí **Zenerovho napätia UZ** začne **prúd prudko rásť**
Napätie na dióde sa pritom **mení len málo**

Využitie: **stabilizácia** a **obmedzovanie napätia**

Zenerova dióda sa pri stabilizácii napätia **zapája v závernom smere.**

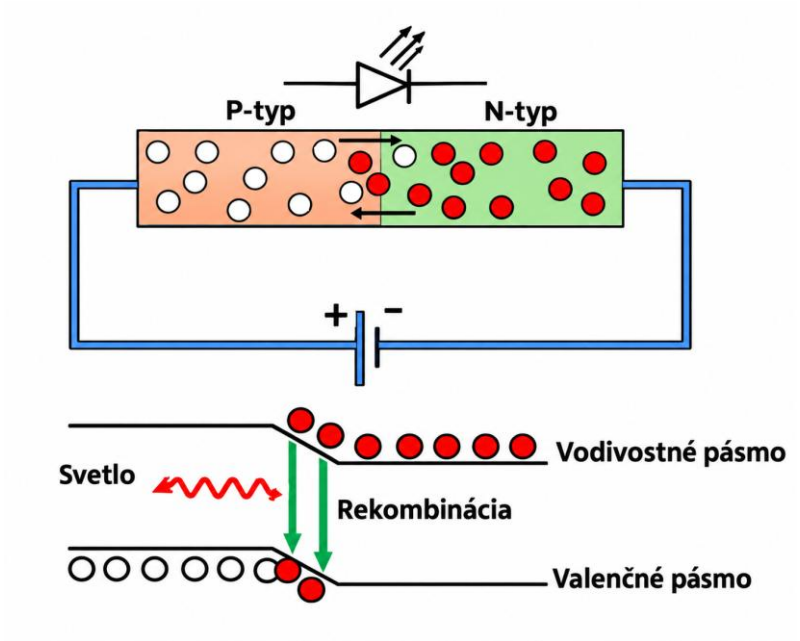
V obvode sa zapája s rezistorom.

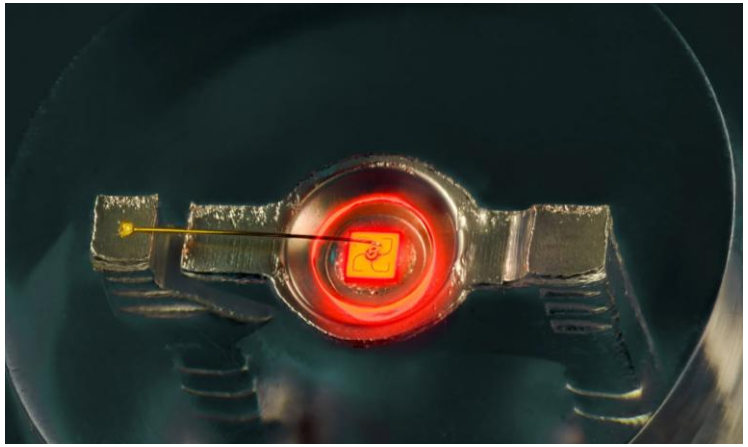
Rezistor obmedzuje prúd, ktorý môže tiecť Zenerovou diódou.

Bez prúdového obmedzenia **môže dôjsť k poškodeniu diódy.**

Diódy

LED

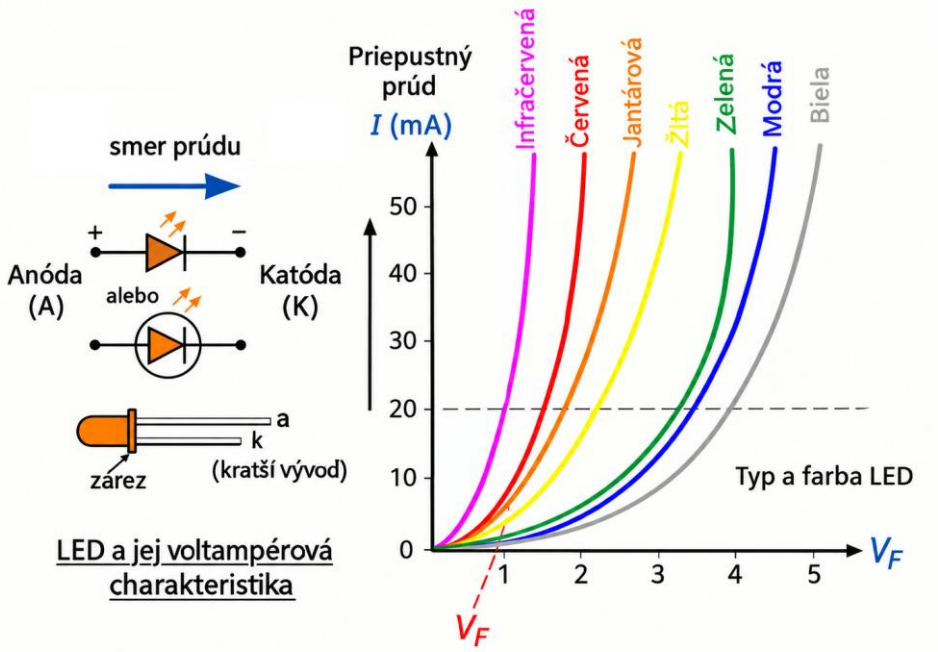




LED = Light Emitting Diode
LED je polovodičová dióda, ktorá **pri prechode prúdu vyžaruje svetlo.**
V priepustnom smere **elektrón + diera rekombinuje.**
Pri rekombinácii sa **uvoľní energia.**
V LED sa časť tejto energie vyžiari vo forme fotónu – svetla.
Farba vyžiareného svetla závisí od **energie fotónu**.
Energia fotónu súvisí s rozdielom energií v polovodiči.

Väčší energetický rozdiel → fotón s vyššou energiou → kratšia vlnová dĺžka
Preto rôzne polovodičové materiály vytvárajú LED rôznych farieb.
Červená → zelená → modrá majú rôznu energiu fotónov.

Material	Band gap (eV)	Wavelength (nm)
GaAs	1.44	860
GaAsP	1.98	626
ZnSe	2.6	476



LED a jej voltampérová charakteristika

LED potrebuje na svoju činnosť **určité priepustné napätie.**

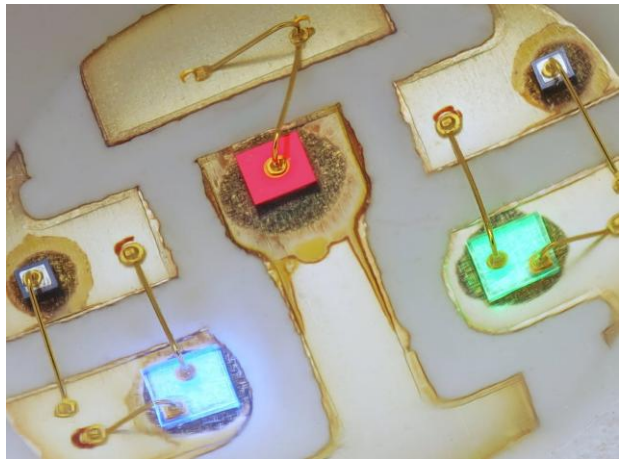
červená ≈ 1,8 – 2,2 V zelená ≈ 2,0 – 3,0 V modrá ≈ 2,8 – 3,5 V

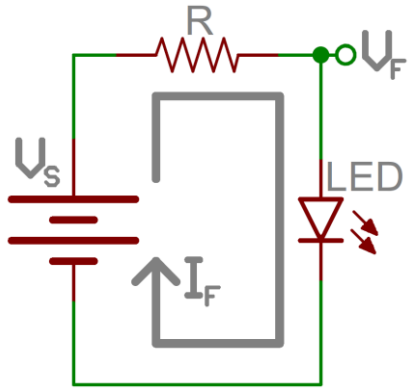
Hodnota závisí od použitého **polovodičového materiálu** a konkrétnej LED.

LED nie je napäťový spotrebič – **jej prúd treba obmedziť**.

Veľký prúd → veľké zahrievanie → poškodenie LED

Preto LED zapájame s prúdovým obmedzením. Najjednoduchšie pomocou **rezistora.**

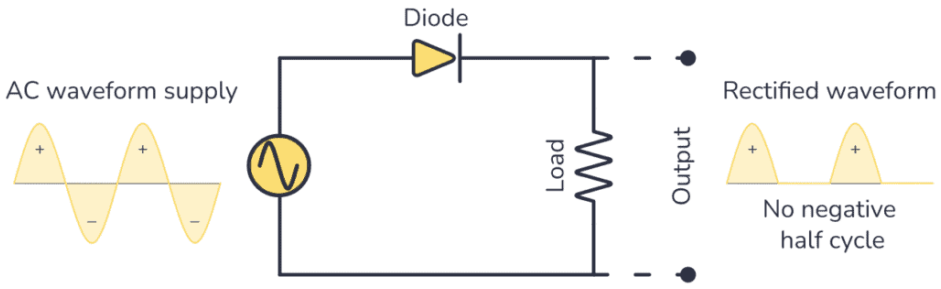


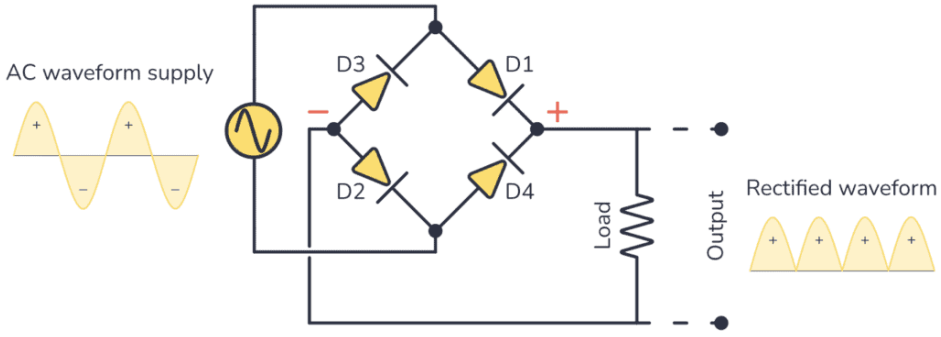


$$R = \frac{V_S - V_F}{I_F}$$

Diódy

Dióda ako usmerňovač





Dióda prepúšťa prúd prednostne **iba jedným smerom.**
Zo **striedavého napätia (AC)** vytvorí **pulzujúce jednosmerné napätie (DC).**
Dióda tak funguje **ako usmerňovač.**

Jednocestný usmerňovač
Najjednoduchší usmerňovač tvorí jedna dióda.
Počas jednej polarity dióda vedie → prúd tečie záťažou
Počas opačnej polarity dióda nevedie → prúd záťažou netečie
Výsledkom je prúd iba jedným smerom.

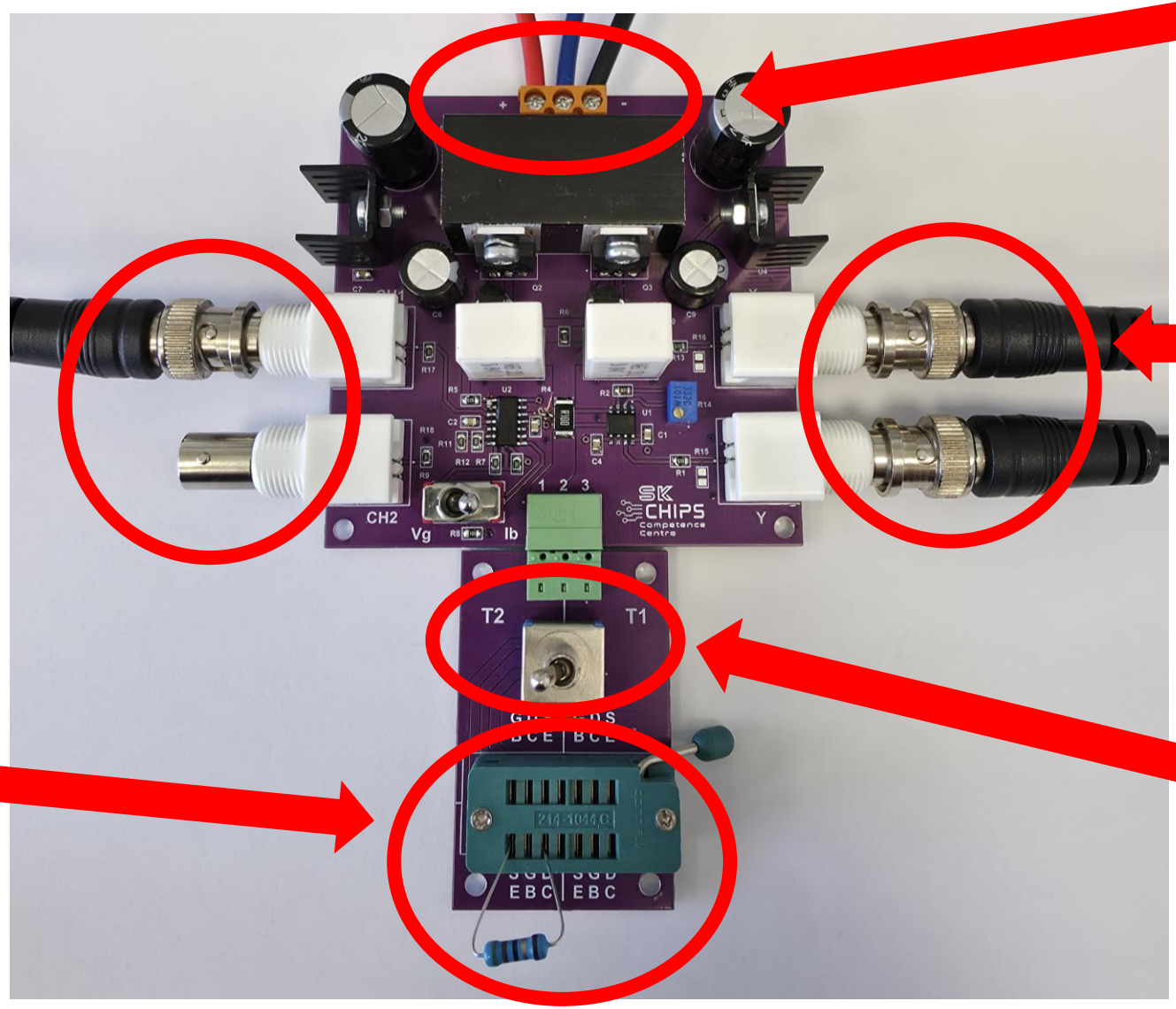
Dvojcestný usmerňovač
Pomocou štyroch diód môžeme využiť **obe polovice striedavého priebehu.**
Toto zapojenie sa nazýva aj **Graetzov mostík.**
Obe polarity vstupného AC napätia spôsobia, že **prúd záťažou tečie rovnakým smerom.**

Zapojenie pracoviska

Merací prípravok

Napájanie
Tu pripájame zdroj

Vstupy
Tu pripájame generátor

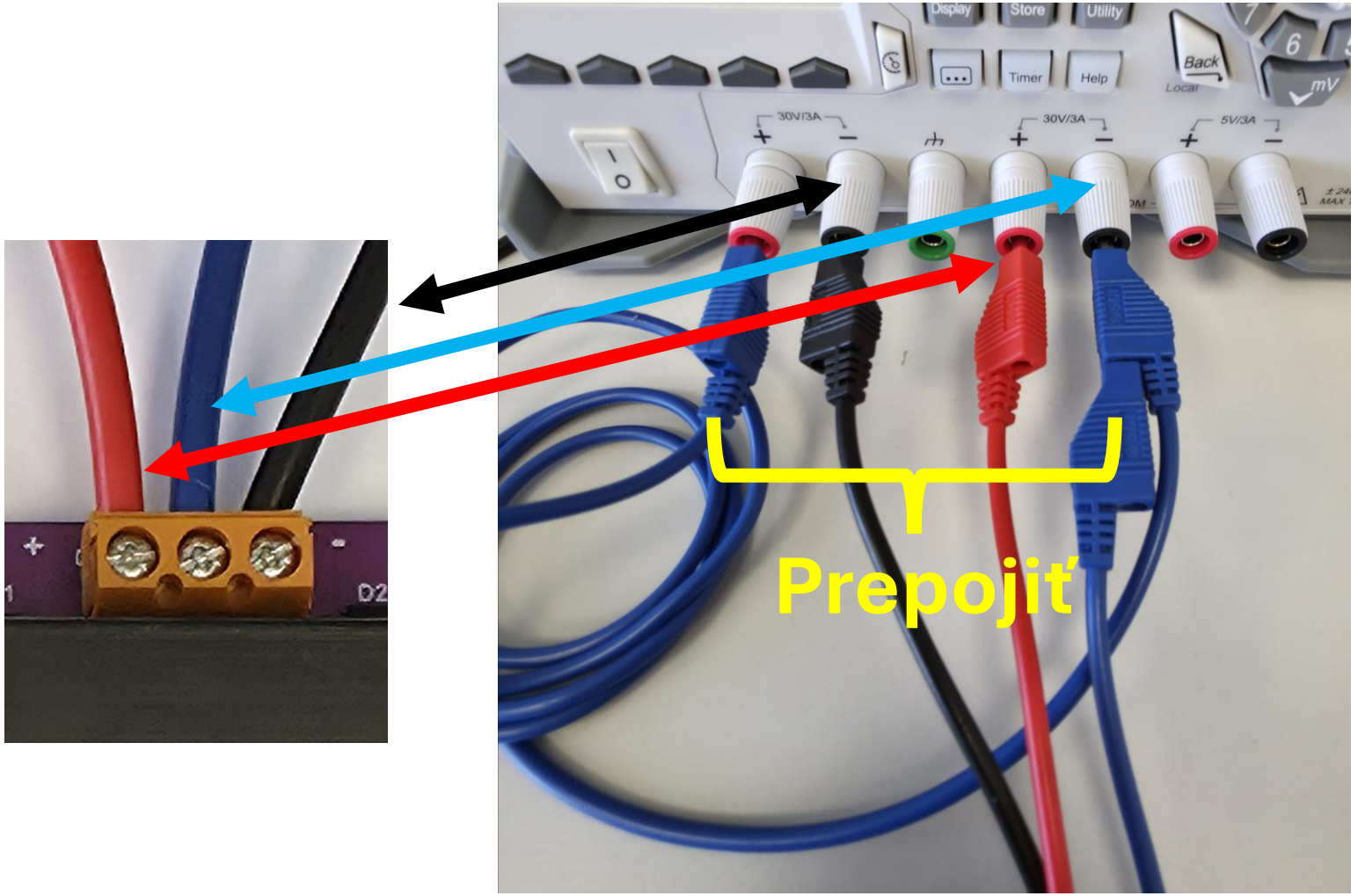


Výstupy
Tu pripájame osciloskop

Kontaktné pole
Tu pripájame súčiastky

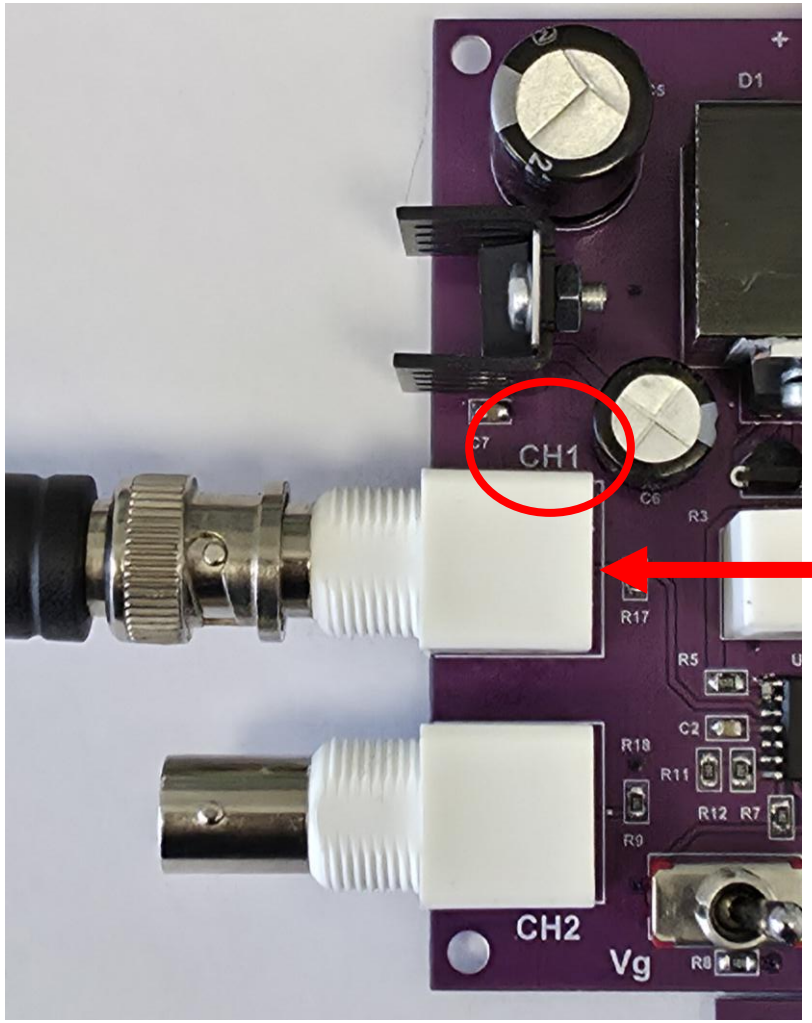
Prepínanie meranej súčiastky

Zapojenie pracoviska

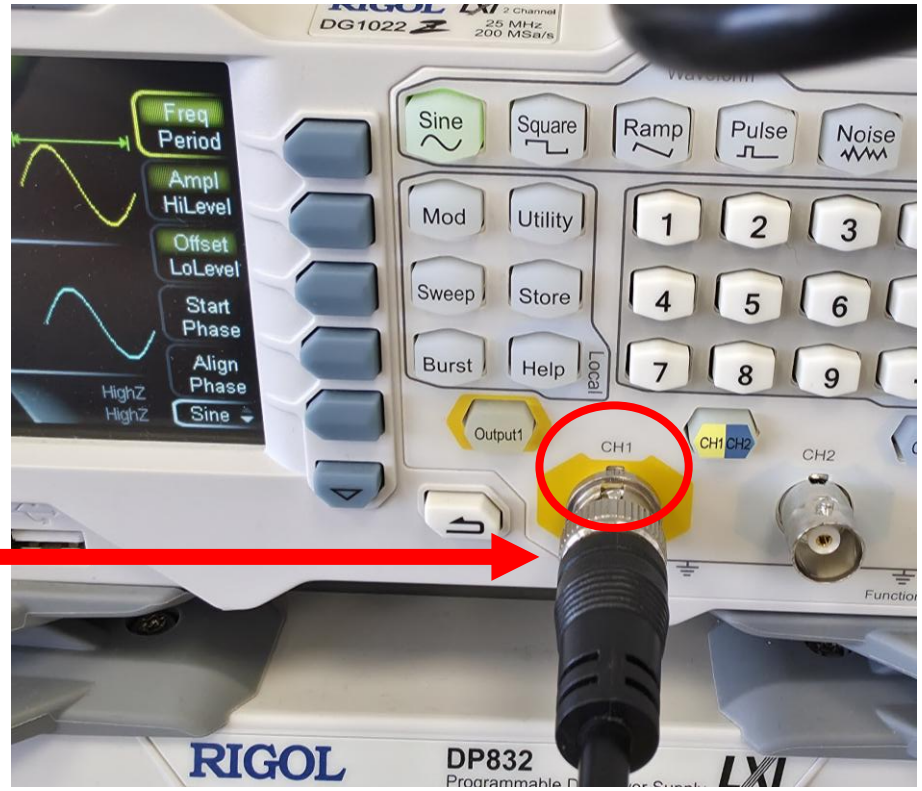


Nastaviť 20V / 1A na oboch kanáloch zdroja !!

Zapojenie pracoviska

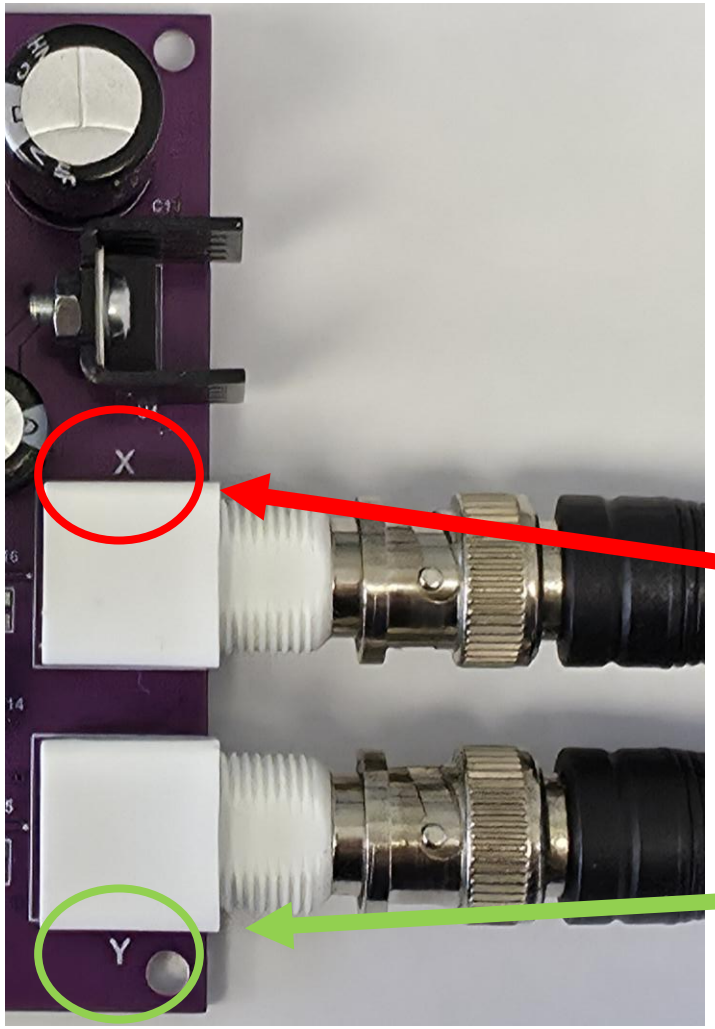


Prepojiť

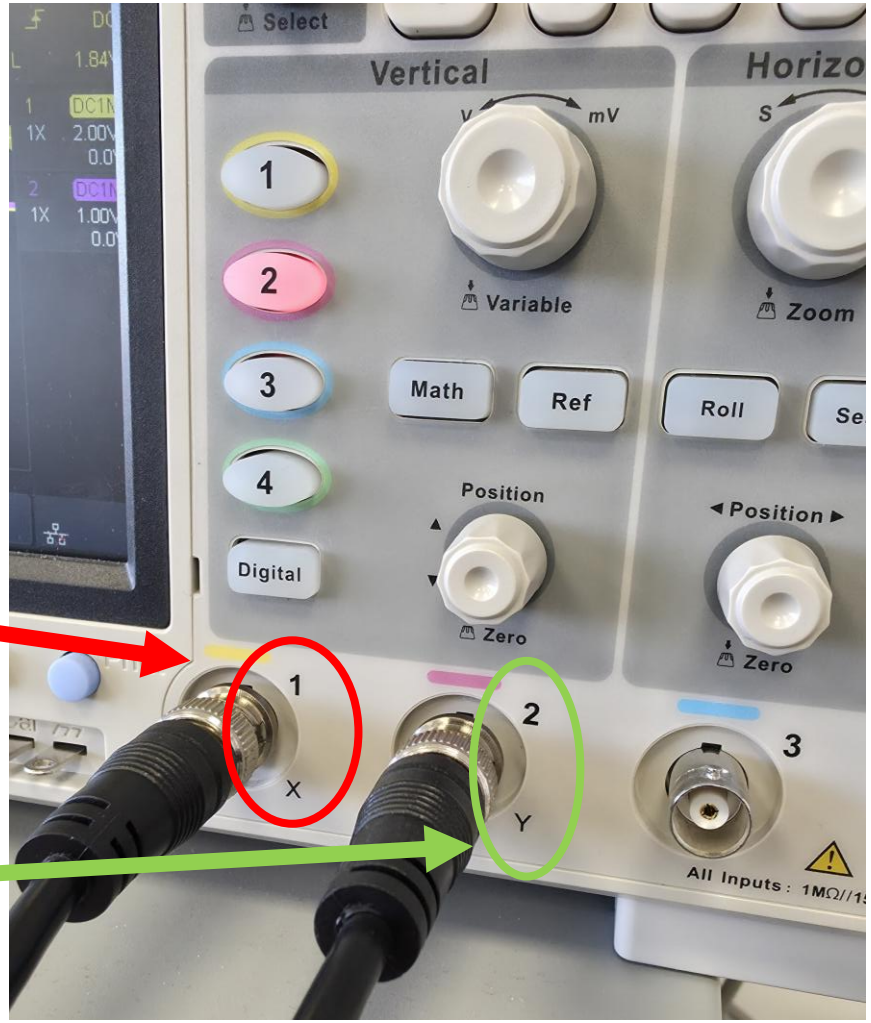


Nastaviť (skontrolovať) :
Frekvenciu f = 100Hz
Amplitúdu U = 100 mVpp
Offset U_{DC} = 0,0V
Fázu ϕ = 0°

Zapojenie pracoviska

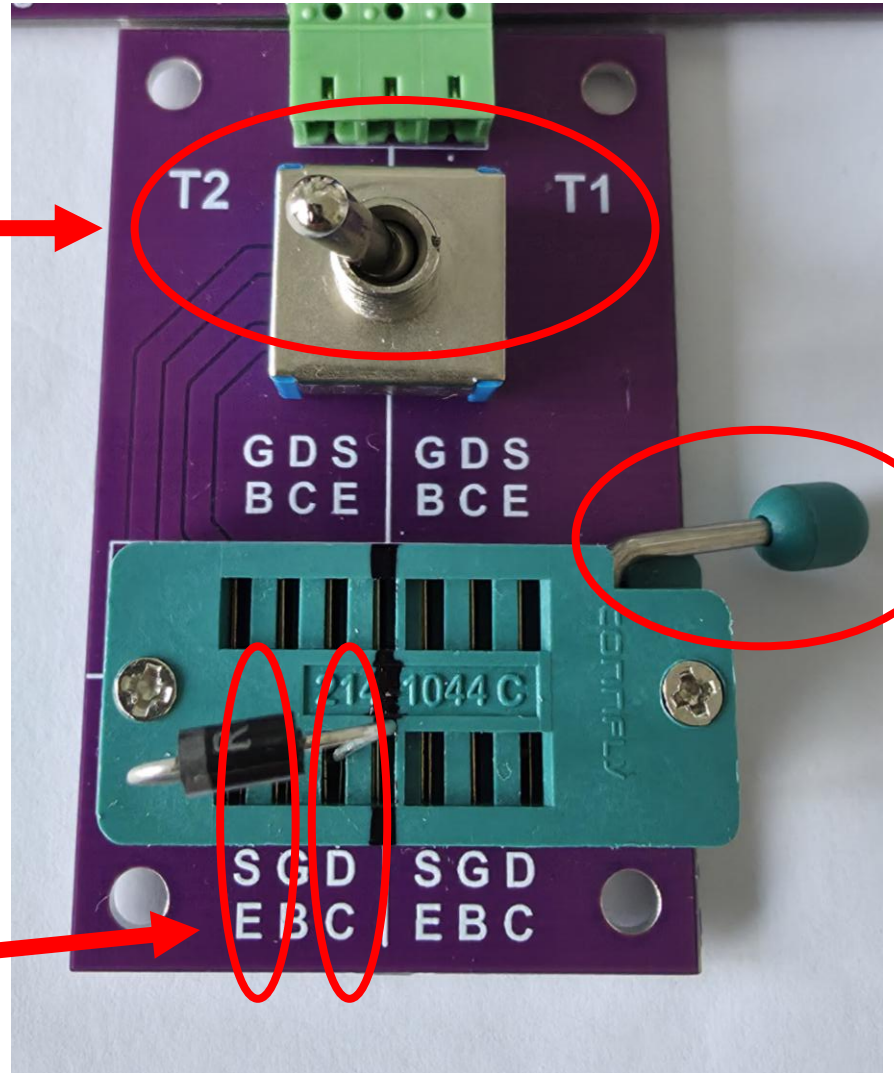


Prepojiť



Zapojenie pracoviska

Prepínač pre výber meracej strany T1 / T2



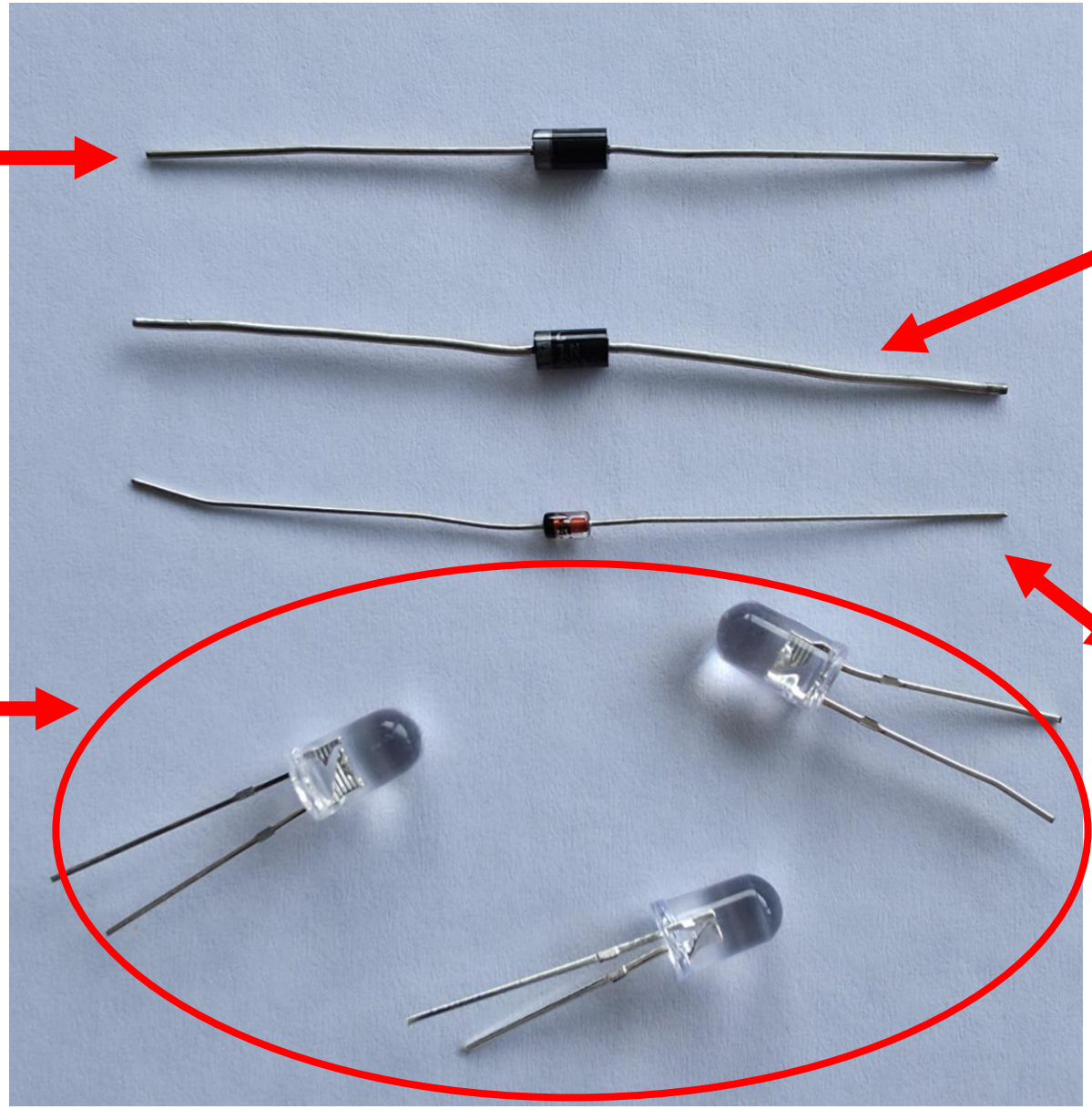
Súčiastku zapájať medzi E (K) a C (A)

Páčka pre uvoľnenie a upevnenie súčiastky

Zapojenie pracoviska

1N5819
Schottkyho dióda

RL101
PN dióda



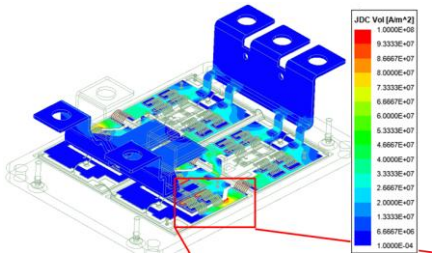
Zenerová dióda

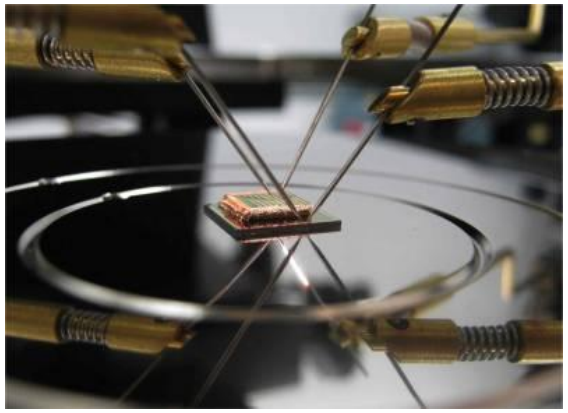
Rôzne LED

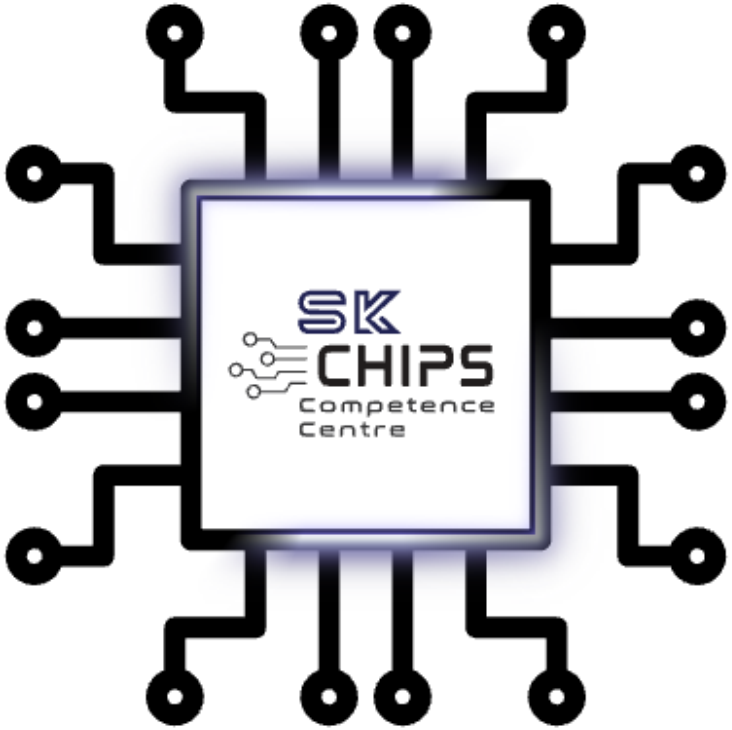
Ďakujem za pozornosť



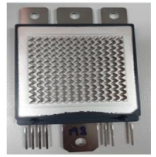
















Robert Szobolovszký robert.szobolovszky@skchips.sk