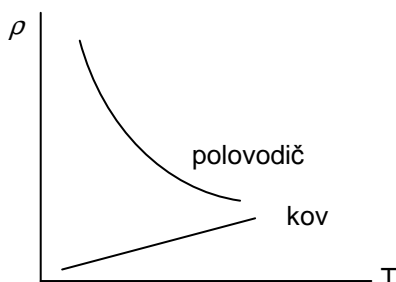


ELEKTRICKÝ PROUD V POLOVODIČÍCH

1. Polovodiče

Polovodiče mohou snadno měnit svůj odpor. Mohou tak mít vlastnosti jak vodičů tak izolantů, což záleží například na jejich teplotě, osvětlení, příměsích. Odpor mění v závislosti na teplotě podle níže uvedeného grafu.



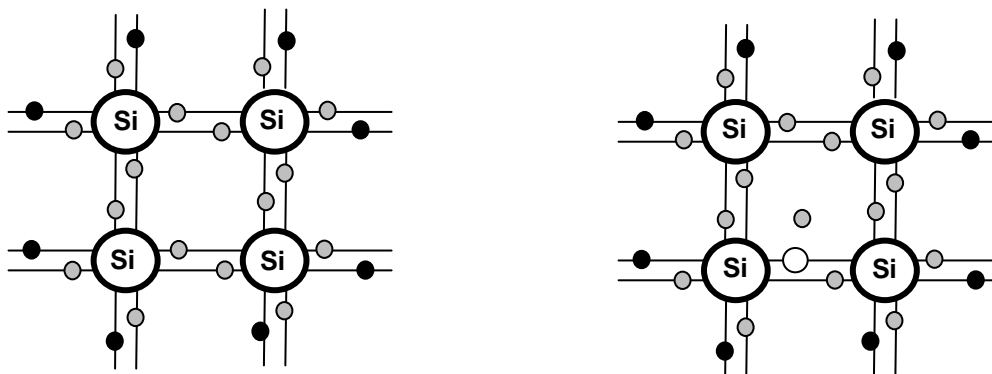
Experiment: termistor a fotorezistor

| součástka | symbol | funkce |
|--------------|--------|--------|
| termistor | | |
| fotorezistor | | |

2. Čisté a příměsové polovodiče

- čisté polovodiče**

jsou buď prvky IV. skupiny (především Si, Ge, C, Se, Te), nebo sloučeniny (GaAs, CdS, PbS). Za nízkých teplot jsou všechny elektrony ve vazbách a látka je izolant. Když teplota dosáhne pokojových hodnot, některé elektrony z valenční vrstvy mají dost energie k opuštění vazby. Vytvoří se pár elektron – díra. Jak záporný elektron, tak kladná díra (chybějící elektron ve vazbě) mohou vést proud. Díra se v látce pohybuje díky zaplňování elektronem. Proces generace páru je vidět na obrázcích. Počet volných elektronů je u čistého polovodiče stejný, jako počet děr.



- **příměsové polovodiče**

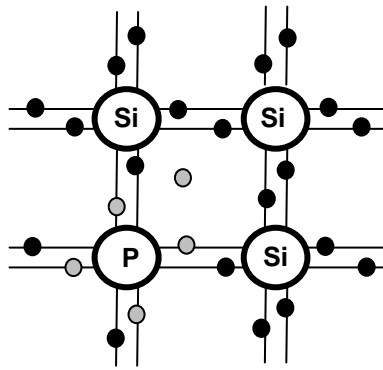
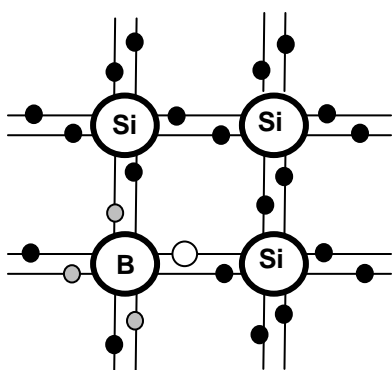
Pro zvýšení vodivosti polovodiče se přidávají příměsi.

a) polovodič typu N

- příměs = prvek z V. skupiny (P, As, Sb)
- více volných elektronů než děr, ale celkový $Q = 0$
- vede proud i za nízkých teplot

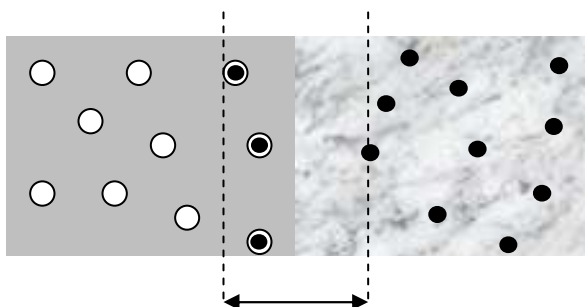
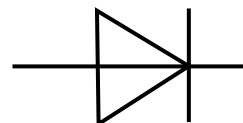
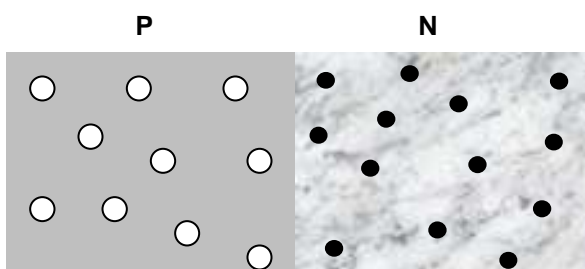
b) polovodič typu P

- příměs = prvek ze III. skupiny (B, In, Ga)
- více děr než elektronů, ale celkový $Q = 0$
- vede proud i za nízkých teplot



3. Přechod PN, polovodičové diody

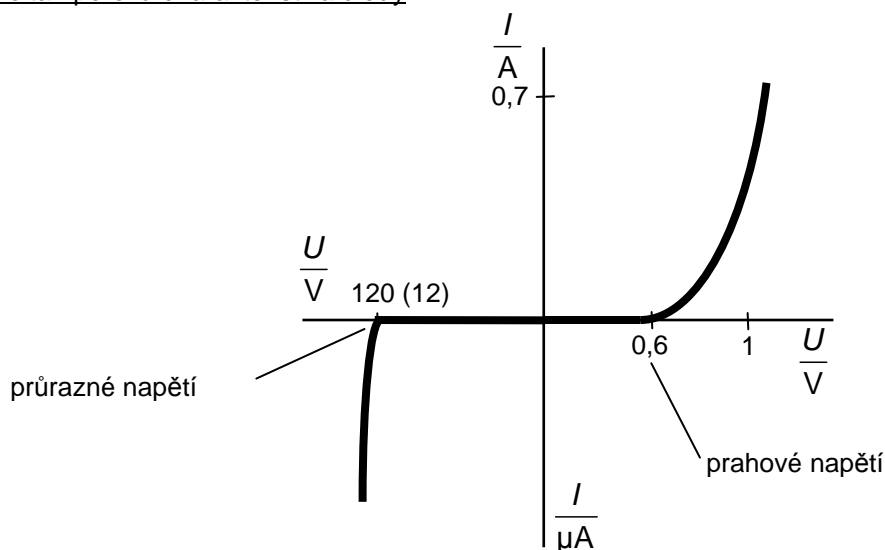
Diody jsou nelineární součástky vyrobené z polovodičů P a N a jejich hlavní funkcí je propouštět elektrický proud pouze jedním směrem, kterému říkáme propustný směr. Opačný směr zapojení diody se nazývá závěrný.



diodový jev

Elektrony se přemístí z polovodiče N do polovodiče P aby zaplnily díry, ale toto změní náboj – vytvoří se napětí = hradlová vrstva šířky asi $1\mu\text{m}$. Elektrony se tak mohou pohybovat jen jedním směrem – z N do P, tzn. proud může téci pouze z P do N \Rightarrow "P Plus Propustný". Je-li připojené napětí v opačném směru, hradlová vrstva se rozšíří a proud neteče.

voltampérová charakteristika diody



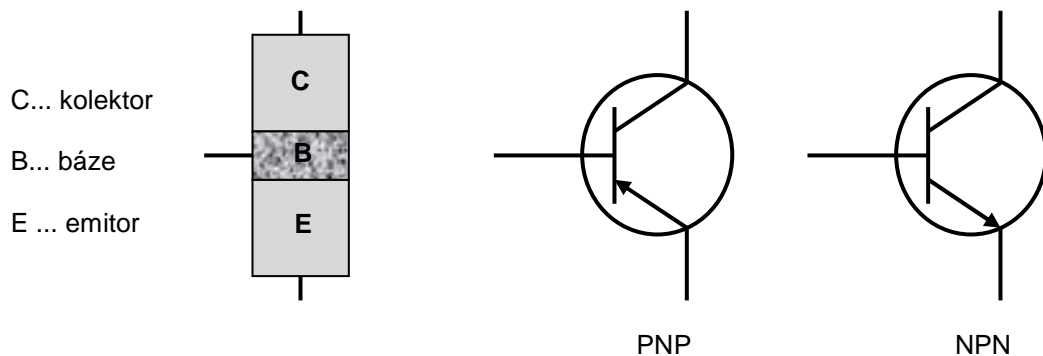
<http://kabinet.fyzika.net/aplety/dioda/dioda.html>

druhy diod a jejich použití

- „obyčejná“ – používá se k usměrnění proudu v usměrňovačích – viz dále (průrazné napětí závisí na konstrukci diody a může být i více než 100 V)
- LED = světelné diody – při zapojení v propustném směru vydávají světlo (různé barvy) – kontrolky stavu elektrických přístrojů, nepotřebují mnoho energie
- Zenerovy diody – používají se v závěrném směru po „průrazu“ jako součást zdrojů stálého napětí (průrazné napětí může být díky konstrukci diody jen několik voltů)
- fotodiody – osvítime = dodáme energii – ovlivníme hradlovou vrstvu, mohou pracovat jako proměnlivý odpor v závěrném směru (závisí na osvětlení)

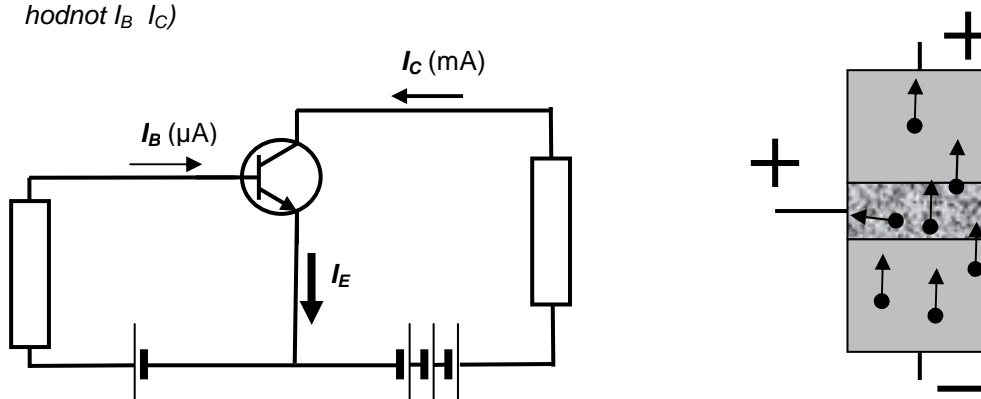
4. Tranzistory

Tranzistory používáme k zesílení změn elektrického proudu. Jsou vyrobeny z polovodičů typu P a N. Skládají se ze tří vrstev (PNP nebo NPN), každá vrstva má jeden kontakt. Struktura tranzistoru a značky tranzistoru PNP a NPN jsou na obrázku



tranzistorový jev

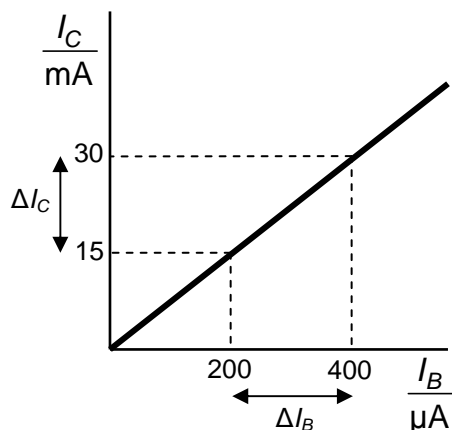
- vysvětlíme na zapojení tranzistoru NPN se společnou bází B, která je velmi tenká
- BE je v propustném směru
- CE – 2 diody, jedna v propustném a jedna v závěrném směru – proud neteče
- když I teče z B do E – tenká vrstva B změní své vlastnosti (není typický polovodič P s nedostatkem elektronů) - CB není v závěrném směru – může téct proud
- výsledek – malé změny $I_B \Rightarrow$ velké změny I_C
(samozřejmě musíme nejprve nastavit pracovní bod tranzistoru pomocí stejnosměrných hodnot I_B I_C)



voltampérová charakteristika tranzistoru

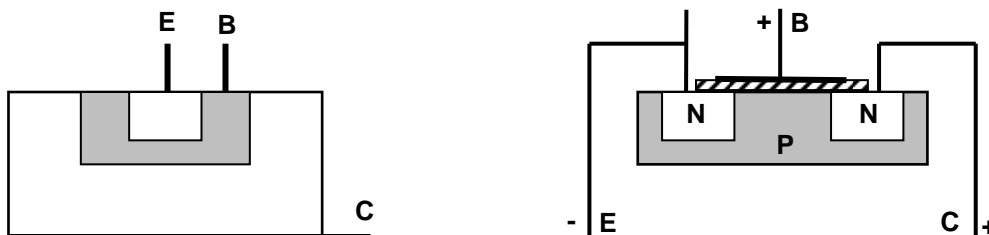
proudový zesilovací činitel tranzistoru (β)

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad \text{pro } U_{CE} = \text{konst.}$$



druhy tranzistorů

- bipolární – viz dříve, řídí se PROUDEM do báze
- unipolární neboli FET (field effect transistors) řídí se NAPĚTÍM mezi bází a např. emitorem, viz obr. Velmi často se používají v mikroelektronice.





EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky:

1. Vysvětlete, jak se změní odpor, když zahřejeme čistý a příměsový polovodič.
2. Je polovodič typu P pozitivní a N negativní? Vysvětlete.
3. Vysvětlete diodový jev.
4. Vyjmenujte základní druhy diod a jejich použití.
5. Načrtněte voltampérovou charakteristiku diody. Vysvětlete význam průrazného a prahového napětí, porovnejte jejich hodnoty.
6. Vysvětlete funkci tranzistoru, popište jeho použití.
7. Co představuje pracovní bod tranzistoru?
8. Definujte proudový zesilovací činitel tranzistoru.
9. Čím se liší bipolární a unipolární (FET) tranzistory?

L5/ 211-222, x223, 225-227