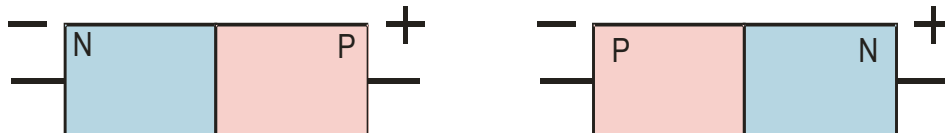


4.3.5 Tranzistor

Předpoklady: 4302, 4303, 4304

Př. 1: Na obrázku jsou nakresleny dvě diody. Rozhodni, která z nich je zapojena v propustném a která v závěrném směru.



Levá dioda je zapojena v propustném směru, pravá je zapojena v závěrném směru.

Tranzistor = asi nejdůležitější polovodičová součástka, možnost miniaturizace (v integrovaných obvodech jako jsou procesory počítače jsou milióny tranzistorů na cm^2).

Má tři vývody, každý připojený k jedné vrstvě polovodiče. Označení:

- E – emitor
- B – báze
- K - kolektor (v zahraničí se používá C)

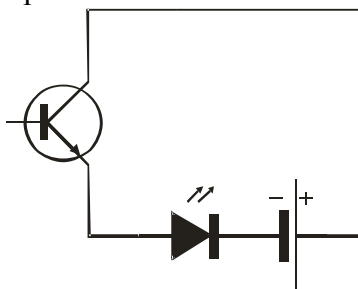
Prostřední vrstva je vždy velmi tenká.

Dva druhy normálních (bipolárních) tranzistorů.

Druh	NPN	PNP
Značka		
Konstrukce		

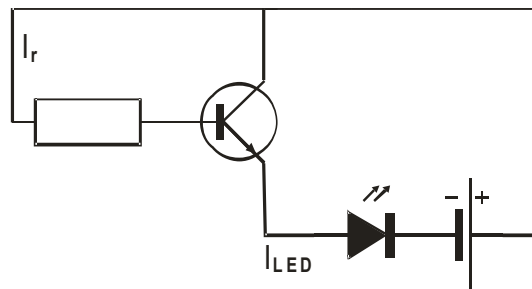
Jak funguje?

Zapojíme obvod s tranzistorem NPN podle obrázku. LED dioda musí být v propustném směru.

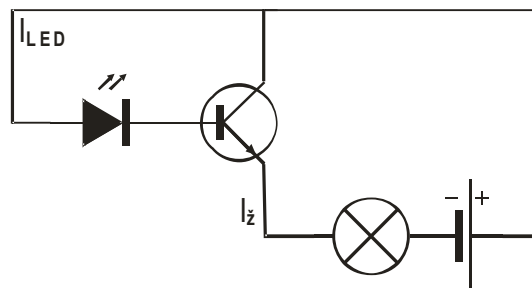


Dioda nesvítí \Rightarrow tranzistor nepropouští proud (je zavřený).

Nyní využijeme i vývod báze, dotkneme se jedním prstem ruky báze a druhým kladného pólu baterie \Rightarrow rukou prochází velmi malý proud, LED se rozsvítí \Rightarrow tranzistor propouští proud (otevřel se). Je zajímavé, že velmi malý proud, procházející rukou stačil k tomu, aby tranzistor přes sebe pustil podstatně větší proud nutný k rozsvícení diody (zesilovací efekt).

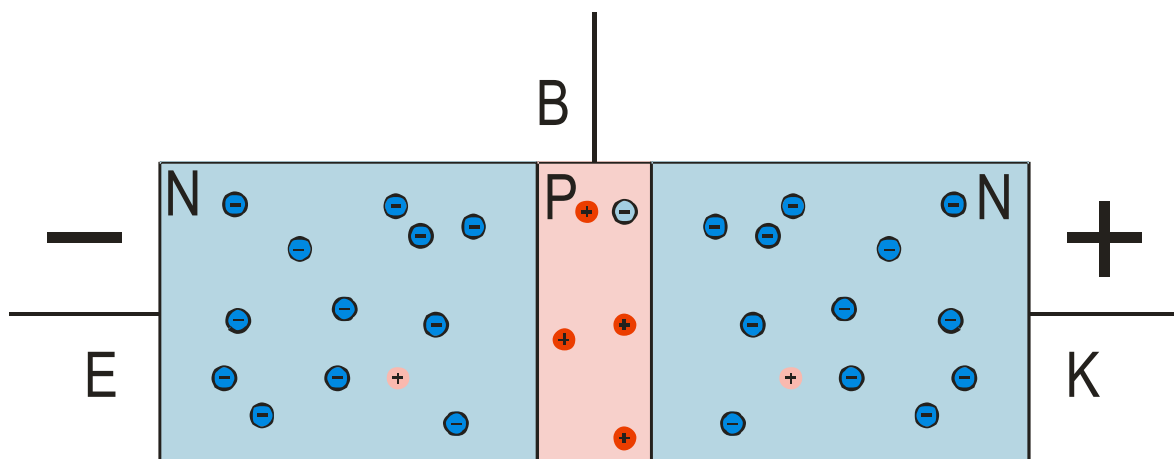


Podobně můžeme malým proudem, který jde do báze přes LED diodu, rozsvítit žárovku daleko větším proudem, který jde mezi emitorem a kolektorem.



Tranzistor zesiluje tím, že malé změny malého proudu přes bázi, způsobují velké změny velkého proudu jdoucího mezi kolektorem a emitorem.

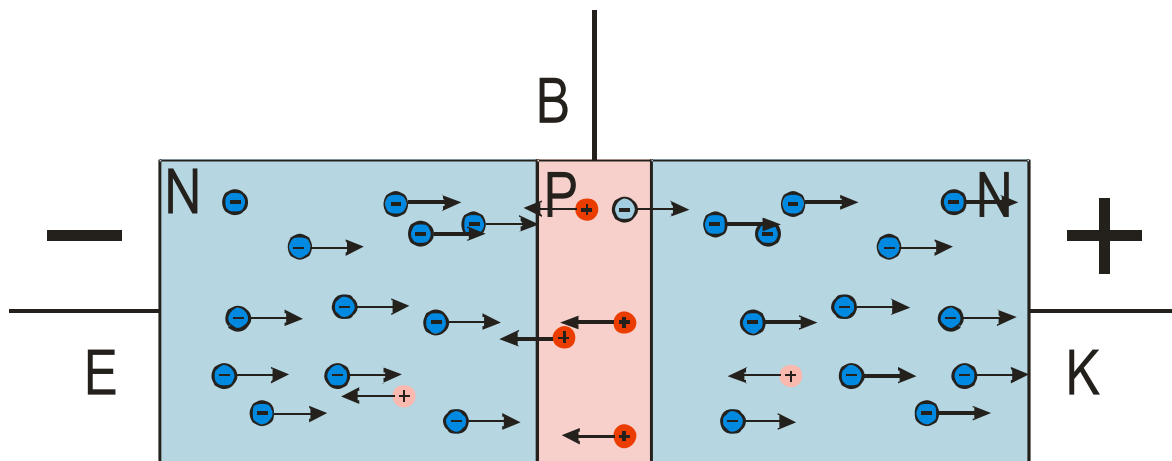
Jaký je mechanismus uvnitř?
Nakreslíme si obrázek.



První pohled:

Proud mezi emitorem a kolektorem nemůže protékat, levý přechod NP je otevřený, ale pravý PN je uzavřený.

Tak tomu bude ale vždy, bez ohledu na zapojení báze, takže by proud neměl procházet nikdy. \Rightarrow rozpor s pokusem \Rightarrow Zkusíme se podívat lépe a nakreslit si směry pohybu elektronů a děr.



Druhý pohled:

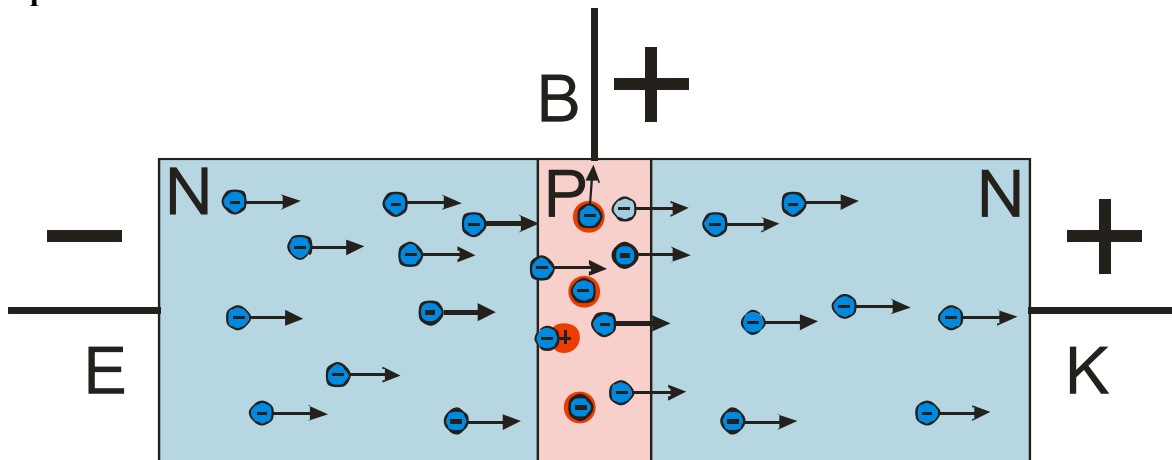
Elektrony od emitoru projdou přes levý NP přechod do oblasti P. Tam jsou ale minoritními nosiči proudu a proto je pro ně pravý přechod PN otevřený a mohou přes něj projít ke kolektoru. (Pravý přechod PN je uzavřený, protože elektrony v N polovodiči jsou u kolektoru a nemohou se pohybovat doprava. Pokud jsou elektrony nalevo od něj, je pro něj přechod průchozí, vnější napětí je přitahuje doprava.)

⇒ Teď to naopak vypadá, že přes tranzistor bude proud procházet pořád, bez ohledu na to, co se bude dělat s bází.

Získali jsme úplně jiný pohled než předtím, ale pořád to neodpovídá realitě.

Zkusíme třetí pohled a lepší sledování elektronů.

Třetí pohled:



Elektrony projdou přes první přechod do báze, ale tam mohou zrekombinovat s převahou děr, které se nacházejí v P polovodiči. ⇒ V P polovodiči přibývá chycených elektronů a ten se nabíjí záporně.

Čím víc je chycených elektronů tím je P polovodič nabitý záporně a tím hůře se do ní dostávají elektrony od emitoru.

Dostatečné množství chycených elektronů vytvoří takový záporný náboj, že se elektrony od emitoru do P polovodiče vůbec nedostanou ⇒ **tranzistor je zavřený.** (Jak má být podle pokusu.)

Proč se při připojení báze tranzistor otevře?

Z levé části tranzistoru se stane dioda zapojená v propustném směru. Elektrony chycené v P polovodiči mohou přes bázi opouštět P polovodič, tím zmenší záporný náboj v něm a umožní aby do něj zase začaly přicházet elektrony od emitoru (tím se tranzistor otevře a od emitoru začne procházet proud).

Proč musí být prostřední část polovodiče s vodivostí P tenká?

Do děr se nesmí zachytit všechny elektrony, které vyšly z emitoru. Předpokládejme, že tisícinu sekundy vyjde z emitoru 1000 elektronů.

Prostřední část je tenká, během krátké cesty zapadne do děr například pouze 10 elektronů z 1000
⇒ do kolektoru projde 990 elektronů. (99 x víc).

Aby zachycené elektrony nepřekážely v průchodu dalším elektronům z emitoru musí odtéct přes bázi.

Tedy, když každou tisícinu sekundy projde bázi 10 elektronů, nepřibudou v oblasti P žádné zachycené elektrony a z emitoru opět může přes první přechod projít dalších 1000 elektronů, z nichž 990 projde ke kolektoru a deset, které se zachytí v prostřední části a poté odejdou přes bázi.

Na udržení proudu 990 elektronů mezi emitorem a kolektorem je potřeba jenom 10 elektronů procházejících bázi ⇒ **tranzistor zesiluje malý proud 10 elektronů přes bázi na velký proud 990 elektronů přes kolektor.**

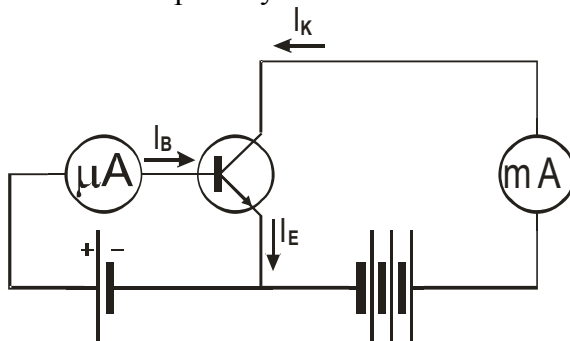
Zmenším proud přes bázi na 5 elektronů ⇒ zvýší se počet zachycených elektronů v bázi ⇒ elektrony z emitoru musí překonávat větší překážku ⇒ do báze jich projde pouze 500, z nich se v bázi 5 zachytí ⇒ do kolektoru projde 495 elektronů a z báze jich zase musím 5 odvést, aby jich do ní mohlo v dalším okamžiku 500 proniknout ⇒ výsledek: zmenšení proudu bázi o 5 elektronů, způsobilo snížení proudu kolektorem o 495 elektronů

Shrnutí: Elektrony, které mají projít od emitoru ke kolektoru musí překonávat překážku (odpuzování elektronů zachycených v bázi). Výšku překážky a tím i jejich množství regulujeme malým proudem z báze.

Jedna ze základních charakteristik tranzistoru: $\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B}$ při konstantním U_{CE} - **proudový zesilovací činitel** při konstantním napětí emitor-kolektor

V našem případě (elektronů): $\beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = \frac{990}{10} = 99$

Nejpoužívanější zapojení tranzistoru se společným emitorem.



Jako vstupní se používá malý proud I_B výstupním zesíleným proudem je proud kolektoru I_K .

Nevýhoda bipolární tranzistorů – proud procházející bázi ⇒ tranzistory, které nepotřebují na ovládání proud mezi kolektorem a emitorem vést proud bázi = FET tranzistory (Field Effect Transistor = řízený elektrostatickým polem)

Shrnutí: Tranzistor je složen ze tří vrstev polovodičů PNP (nebo NPN).