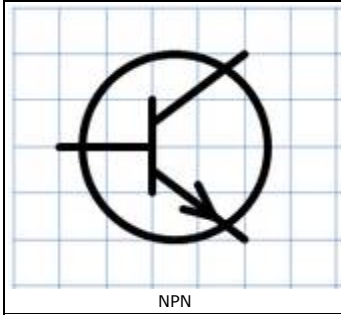
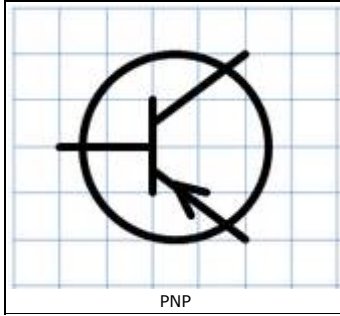


Bipolární tranzistory

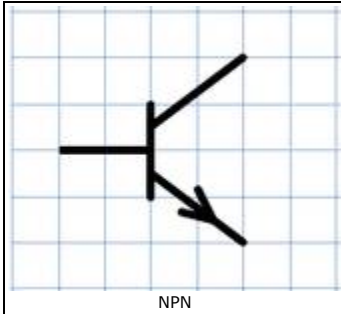


NPN

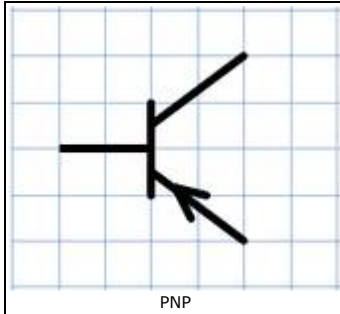


PNP

Bipolární tranzistory jsou polovodičové součástky využívající vlastnosti přechodu PN. Slouží ke zesilování nebo ke spínání.

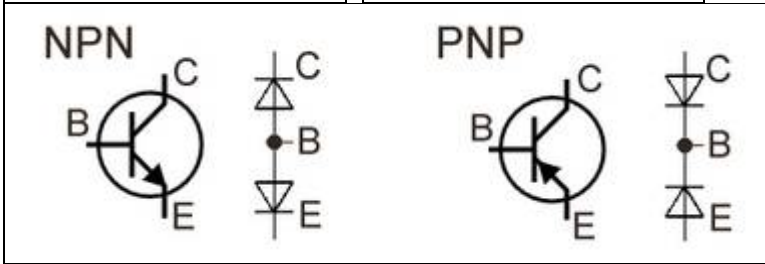


NPN

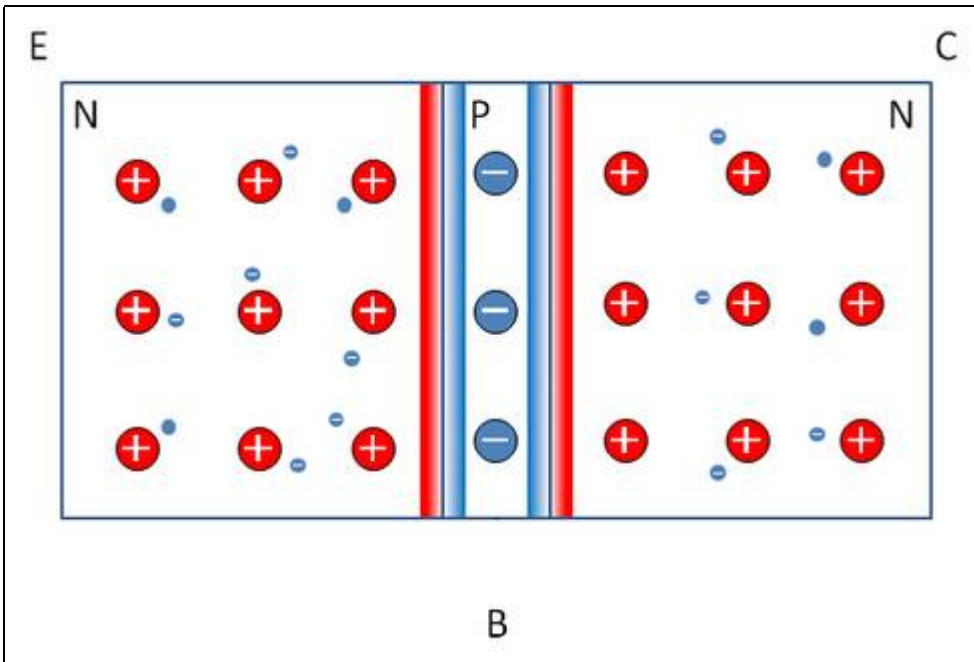


PNP

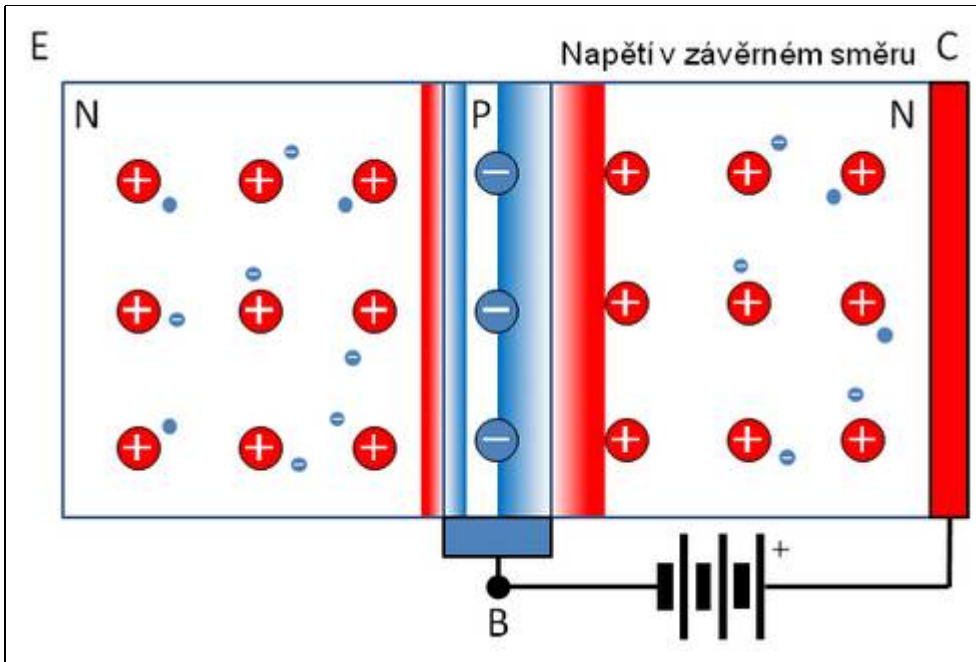
Tranzistor si můžeme představit jako dvě sériově zapojené diody. Jsou dvě možné zapojení přechodů: **NPN** a **PNP**.



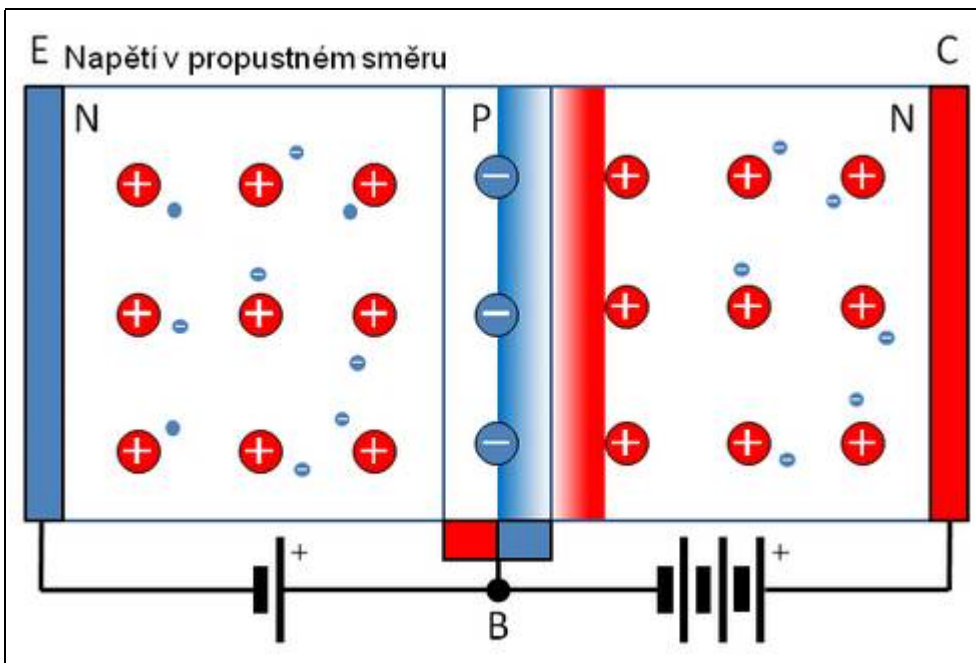
Princip činnosti tranzistoru NPN (tranzistorový jev)



Bez vnějších zdrojů se na obou přechodech vytvoří vyprázdňené oblasti.



Na přechod B-C připojíme napětí v závěrném směru, čímž se zvětší vyprázdněná oblast na tomto přechodu, obvodem protéká jen nepatrný zbytkový proud tvořený vlastní vodivostí teplem uvolněných nosičů.



Na přechod B-E připojíme napětí v propustném směru s vyšší hodnotou než je difúzní. Volné elektrony proudí z emitoru otevřeným přechodem do báze, odkud jsou odsávány do prostoru kolektoru a tvoří kolektorový proud, protože pro ně je tento přechod (na rozdíl od děr v bázi) otevřen. Jen malé množství těchto elektronů rekombinuje s děrami v bázi a tvoří bázový proud.

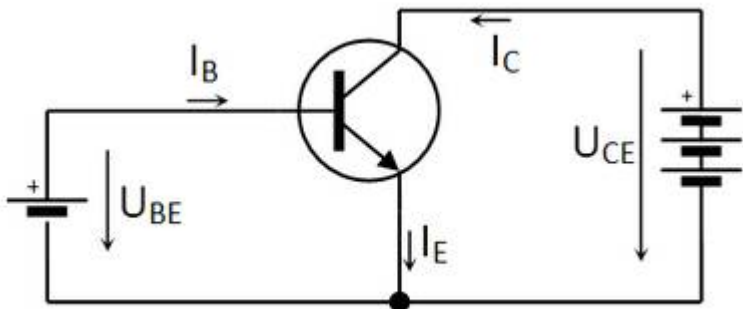
U tranzistoru PNP je funkce obdobná, jen se obrátí smysl napětí a do kolektoru jsou z báze místo elektronů odsávány díry, které do ní pronikají z emitoru otevřeným přechodem.

Zapojení tranzistoru

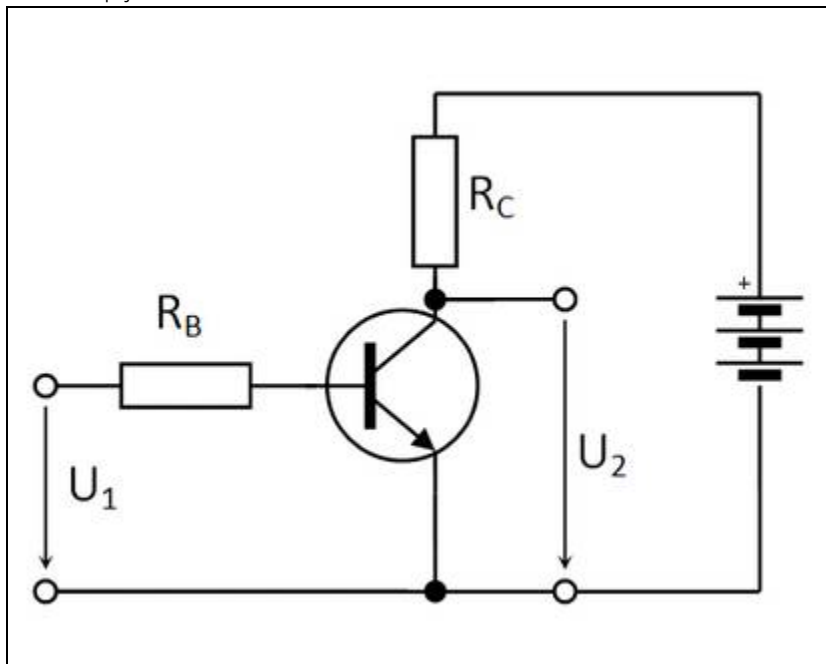
Tranzistor lze do obvodu zapojovat obecně třemi způsoby:

Zapojení se společným emitorem SE

Principiální zapojení:

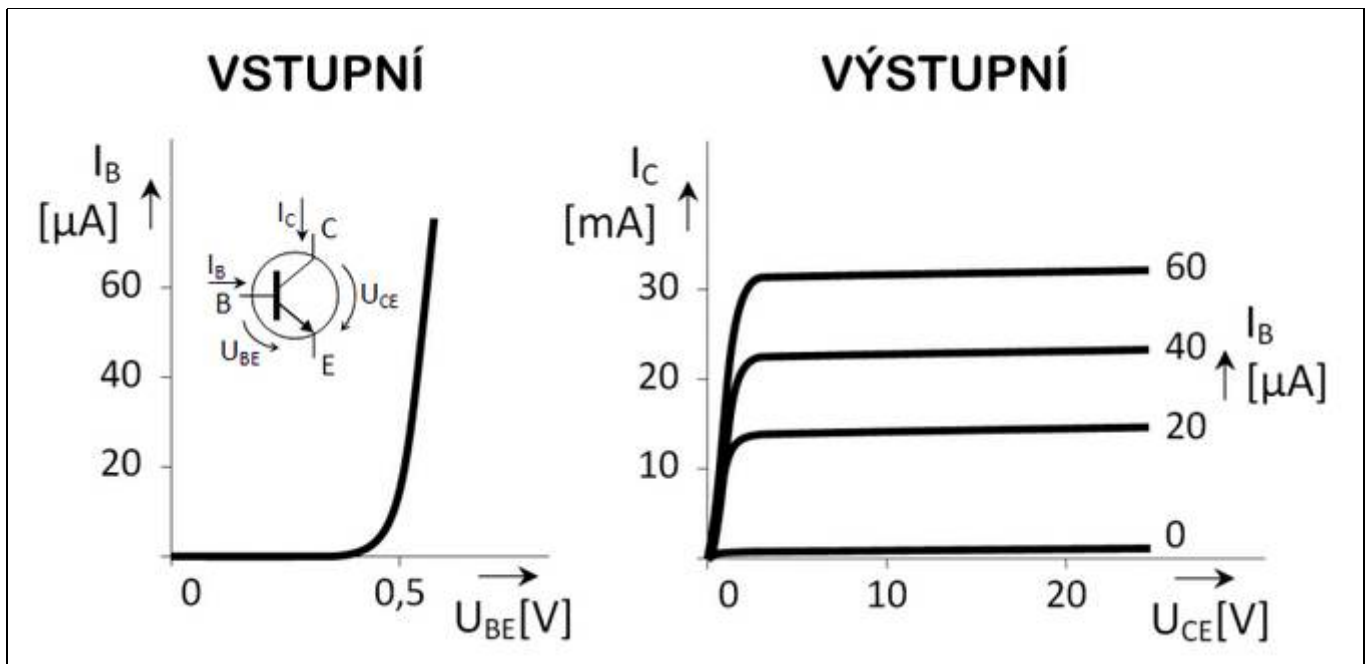


Praktické zapojení



Výkonové zesílení je největší ze všech sledovaných zapojení, ale je velmi závislé na parametru **h_{21e}**. Napěťové zesílení se pohybuje ve stovkách, ale zapojení otáčí fázi napětí (když vstupní napětí roste, výstupní klesá). Proudové zesílení je rovněž velké, výstupní proud je ve fázi se vstupním. Vstupní odpor je malý až střední (stovky Ω až jednotky kΩ), výstupní odpor je velký (desítky kΩ). Zapojení se používá na běžné zesilovací stupně nebo jako spínač/regulátor.

Vstupní a výstupní charakteristiky tranzistoru v zapojení SE



Vstupní charakteristika je prakticky stejná jako u diody v propustném směru.

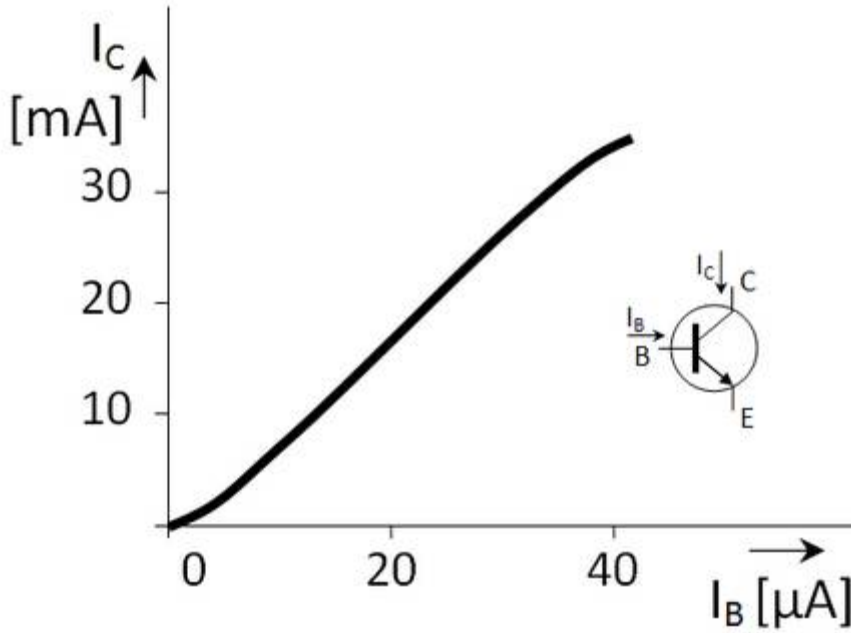
Ve **výstupní charakteristice** lze vidět, že pro daný bázevý proud při rostoucím napětí kolektorový proud tranzistoru prudce roste až do **stavu nasycení**, pak se už téměř nemění.

[Simulace obvodu zobrazujícího vstupní charakteristiku tranzistoru](#)

[Simulace obvodu zobrazujícího výstupní charakteristiku tranzistoru](#)

Přenosová charakteristika tranzistoru v zapojení SE

PŘENOSOVÁ CHARAKTERISTIKA

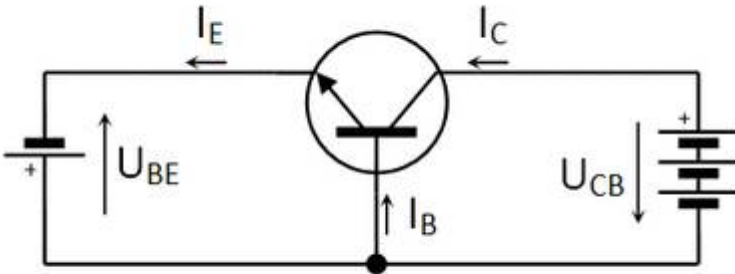


s rostoucím proudem do báze se množství odsátých elektronů zvyšuje a roste proud v kolektoru.

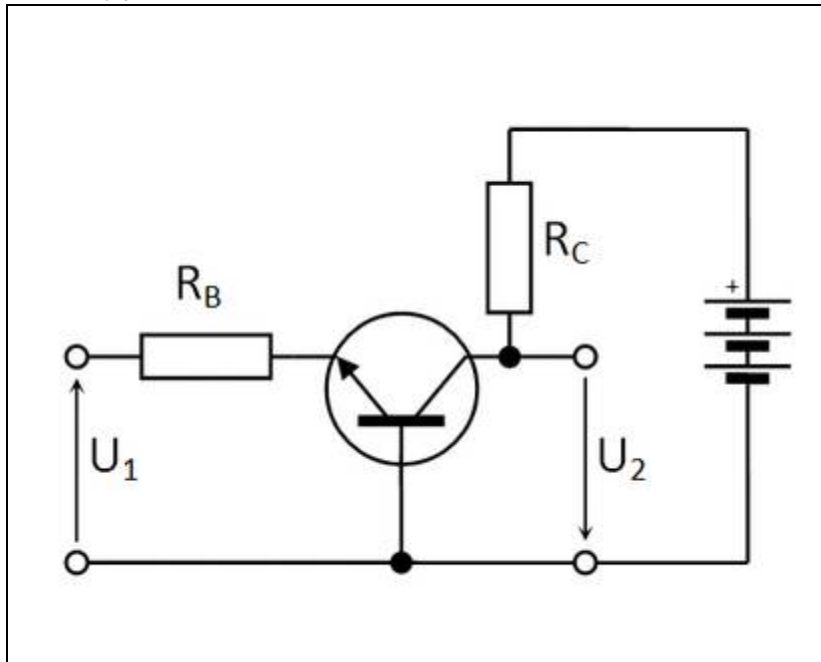
[Simulace obvodu zobrazujícího přenosovou charakteristiku tranzistoru](#)

Zapojení se společnou bází SB

Principiální zapojení:



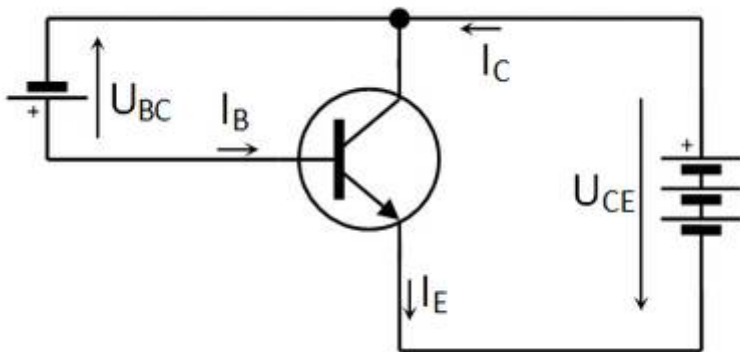
Praktické zapojení



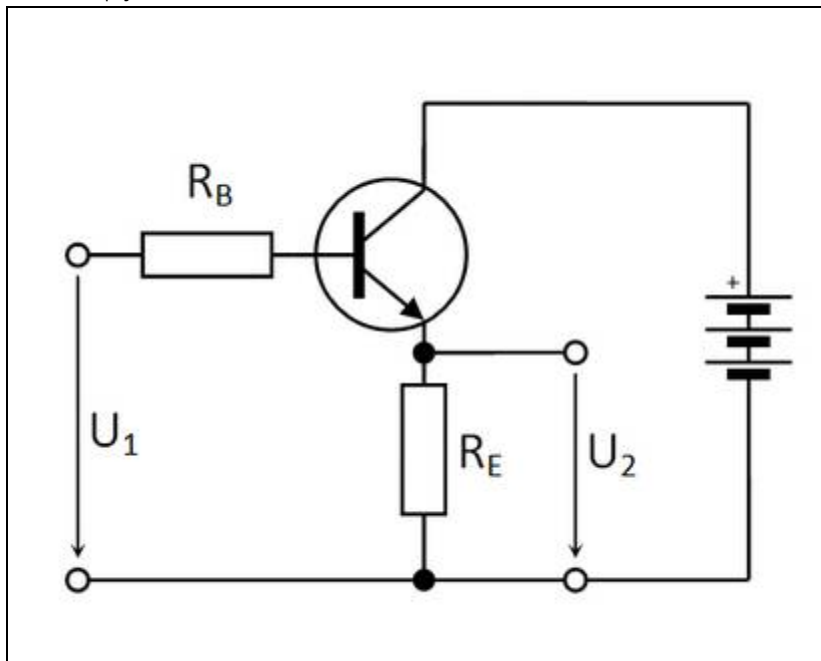
Napětové zesílení je velké (jako u zapojení SE), výstupní signál je ale ve fázi se vstupním. Proudové zesílení je vždy menší než jedna. Vstupní odpor je velmi malý (desítky Ω), výstupní odpor je velmi velký (stovky $k\Omega$ až jednotky $M\Omega$). Zapojení se používá k snímání signálů zdrojů s malým vnitřním odporem (antény, termočlánky).

Zapojení se společným kolektorem SC

Principiální zapojení:



Praktické zapojení



Napětové zesílení je vždy menší než jedna, výstupní napětí je ve fázi s napětím vstupním. Proudové zesílení je velké, výstupní proud je v protifázi oproti vstupnímu. Vstupní odpor je velmi velký (stovky $k\Omega$ až jednotky $M\Omega$), výstupní odpor je malý (stovky Ω). Zapojení se používá buď k snímání signálu ze zdrojů s velkým vnitřním odporem (např. krystalové přenosky) nebo k přizpůsobení výstupu zesilovače na malý zatěžovací odpor (např. na koaxiální kabel).

Přehled vlastností jednotlivých zapojení

Veličina	SE	SB	SC
Vstupní odpor	malý až střední	velmi malý	velmi velký
Výstupní odpor	velký	velmi velký	velmi malý
Napěťové zesílení	velké	velmi velké	< 1
Proudové zesílení	velké	< 1	velké
Výkonové zesílení	velké	malé až střední	malé až střední

Nejčastěji se používá **zapojení se společným emitorem**, které má největší výkonové zesílení. V katalogu se pro toto zapojení udává proudový zesilovací čísel **h_{21E}** (běžné hodnoty 50-500), který *velmi zjednodušeně* řečeno určuje poměr kolektorového a bázového proudu:

$$h_{21E} = \frac{I_C}{I_B}$$

Pro běžnou práci tranzistoru je třeba dodržovat výrobcem udané **maximální hodnoty**, aby nedošlo ke zničení jednotlivých přechodů vysokým napětím, vysokým proudem nebo vysokým ztrátovým výkonem. Jedná se především o PZ_{max}, UCE_{max}, IC_{max}, (IB_{max})

Podobně jako u diod se u vyšších frekvencí zpracovávaných signálů projevují parazitní jevy přechodů, proto se vyrábějí i speciální **vysokofrekvenční tranzistory**.

Pro řízení velkých proudů se vyrábí **výkonové tranzistory** ve velkých kovových pouzdrech, které se montují na pasivní chladiče.

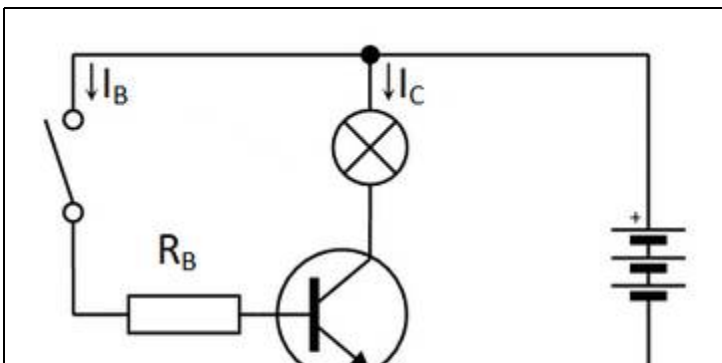
<p>Tranzistor BC547C Ic = 0,1 A Uce0 = 45 V Ucb0 = 50 V Pd = 0,625 W H21E = 420-800 fT = 300 MHz</p> 	<p>Tranzistor 2N2219A Ic = 0,8 A Uce0 = 40 V Ucb0 = 75 V Pd = 3 W H21E = 50-300 fT = 300 MHz</p> 	<p>Výkonový tranzistor 2N6488 Ic = 15 A Uce0 = 80 V Ucb0 = 90 V Pd = 75 W H21E = 20-150 fT = 5 MHz</p> 	<p>Výkonový tranzistor BDY92 Ic = 10 A Uce0 = 60 V Ucb0 = 80 V Pd = 60 W H21E = 20-120 fT = 70 MHz</p> 
---	---	---	--

Použití tranzistoru

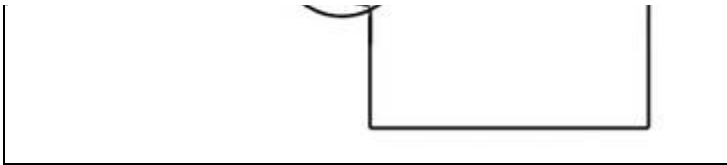
Změnami velmi malého proudu v bázi lze regulovat mnohonásobně větší proud v kolektoru a použít tak tranzistor jako zesilovač. Zapínáním a vypínáním malého proudu v bázi lze zapínat a vypínat mnohonásobně větší proud v kolektoru a použít tak tranzistor jako výkonový spínač.

Zjednodušeně můžeme říct, že tranzistor se mezi kolektorem a emitorem chová jako proměnný rezistor, jehož hodnota se dá regulovat proudem báze.

Tranzistor jako spínač

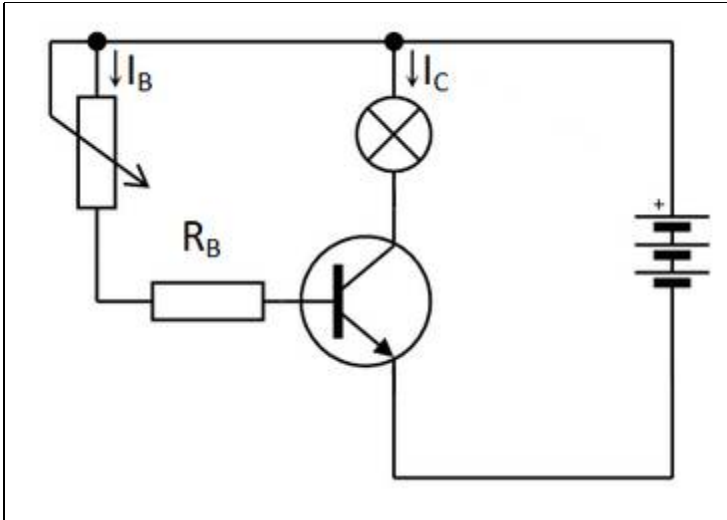


Pokud je spínač do báze rozeprt, tranzistor je zavřený a žárovka neprotéká proud. Pokud sepneme spínač v bázi, přechod báze emitor se otevře, čímž způsobí i otevření přechodu kolektor báze a žárovka se rozsvítí. Odpor RB omezuje proud aby nedošlo ke zničení přechodu báze emitor překročením maximálního proudu.



[Simulace obvodu s tranzistorem jako spínačem](#)

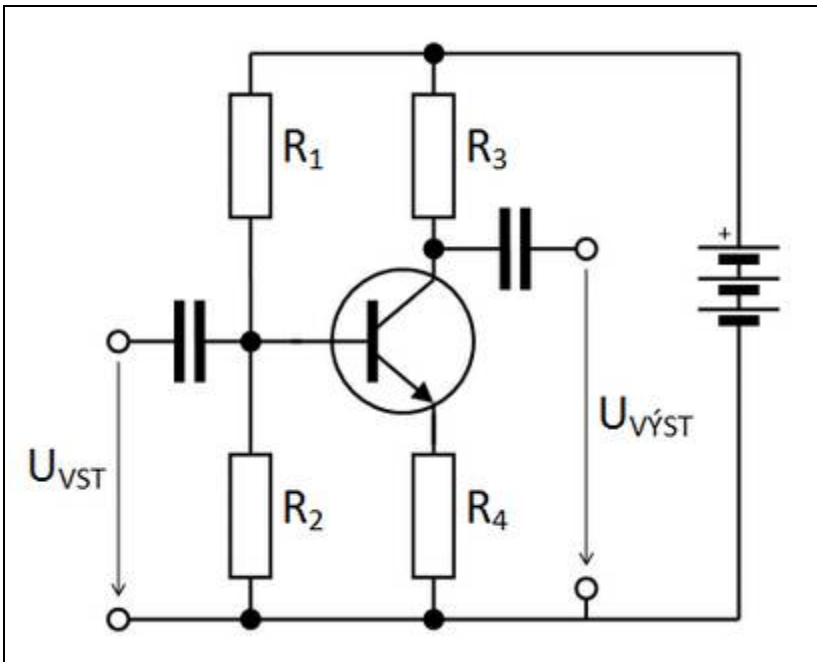
Tranzistor jako regulátor



Potenciometrem v bázi můžeme plynule regulovat míru otevření přechodu kolektor báze velikostí bázevého proudu a tak měnit jas žárovky. Odpor R_B opět omezuje maximální proud bázi.

[Simulace obvodu s tranzistorem jako regulátorem](#)

Tranzistor jako zesilovač



Kondenzátory na vstupu a výstupu oddělují stejnosměrné složky a propouští pouze střídavé signály. Pomocí rezistorů se nastavuje tzv. pracovní bod tranzistoru. Malé změny bázevého proudu vyvolávají velké změny kolektorového proudu a tím tranzistor zesiluje vstupní signál.

[Simulace obvodu z tranzistorem jako zesilovačem](#)