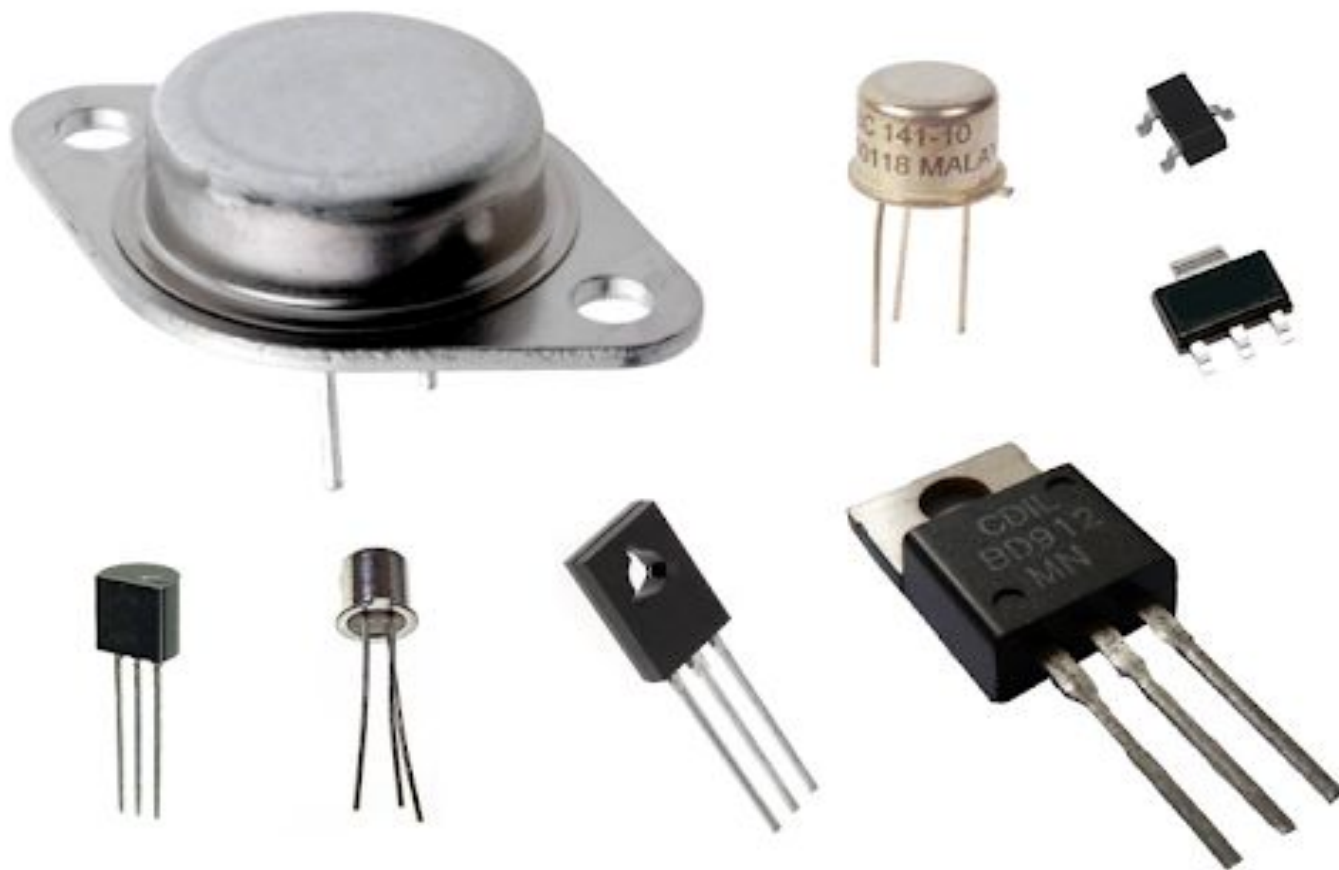


Tranzistory

Provedení



Typy

- Bipolární
- Unipolární

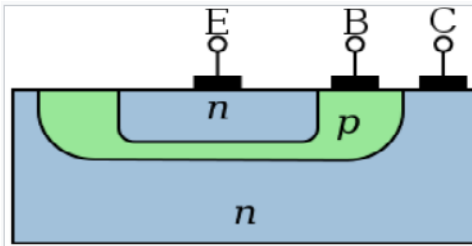
Vnitřek výkonového tranzistoru



- Historicky elektronky

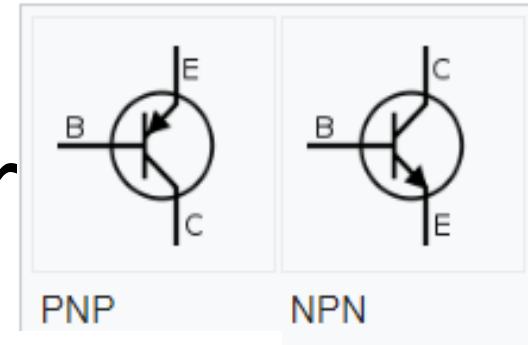
Bipolární

- jsou elektronické součástky se třemi elektrodami
 - zesilují I, U nebo obojí - záleží na způsobu zapojení
 - využívají ke své činnosti elektrony i díry.
 - Bipolární tranzistor se skládá ze tří různě dotovaných oblastí tvořících dva přechody PN v těsném uspořádání.
 - Názvy emitoru a kolektoru respektují skutečnost, že silně dotovaný emitor "emituje" díry do úzké báze, kterou většina z nich
 - projde a je "sbírána" kolektorem. Počet prošlých částic z emitoru do kolektoru lze ovládat velikostí proudu do báze.
 - Název báze vznikl historicky, když u prvního tranzistoru byla báze tvořena základní destičkou (base), do níž byly shora
 - přitlačeny přívody emitoru a kolektoru.
 - Šipka ve schematické značce vyznačuje kladný směr proudu emitorem.
-
- <https://www.youtube.com/watch?v=QLYSGrbA09w>



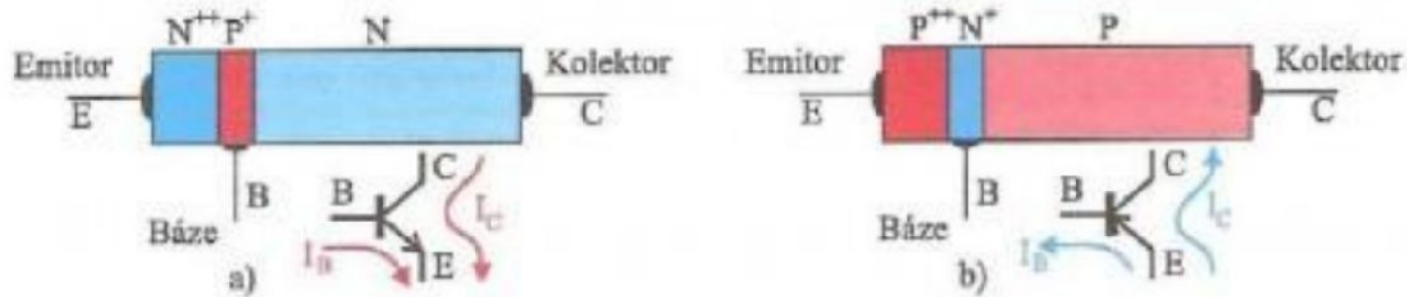
Zjednodušený průřez planárním bipolárním tranzistorem NPN.

Bipolární tranzistor

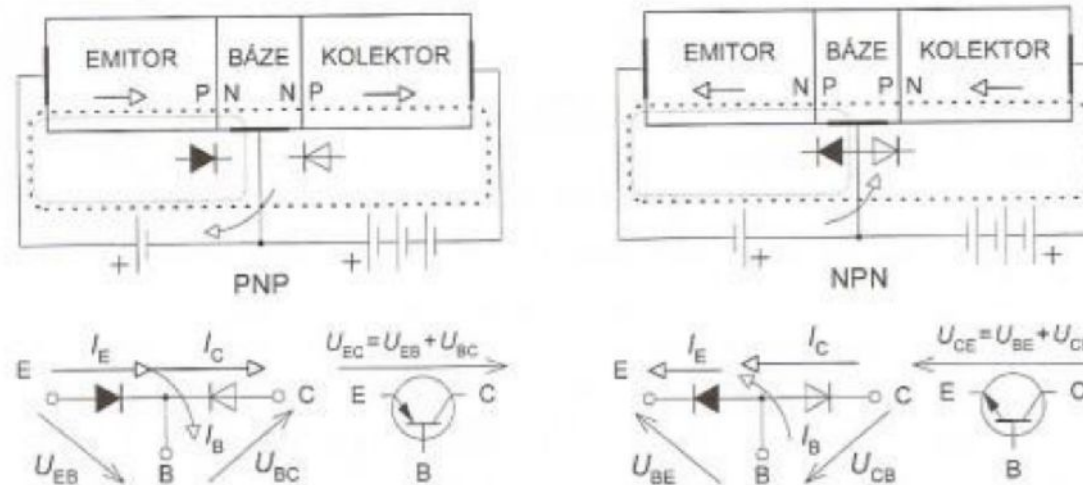


PNP

NPN



Schematické značky a zjednodušená struktura bipolárního tranzistoru NPN a PNP. Emitor je znázorněn šipkou ukazující kladný směr proudu emitoru tvořeného proudem báze a kolektoru.

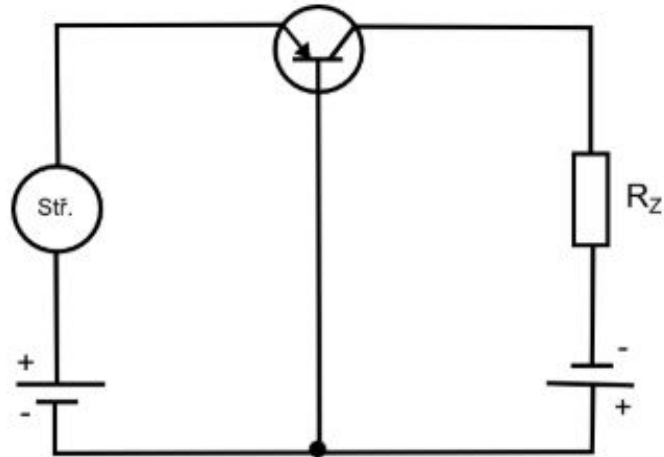


Podmínky funkce

- Tenká vrstva báze
- Emitor dotovaný více než báze
- Báze dotovaná více než kolektor

Se společnou bází - SB

Toto zapojení je charakteristické malým vstupním odporem, velkou výstupní impedancí, velkou stabilitou.

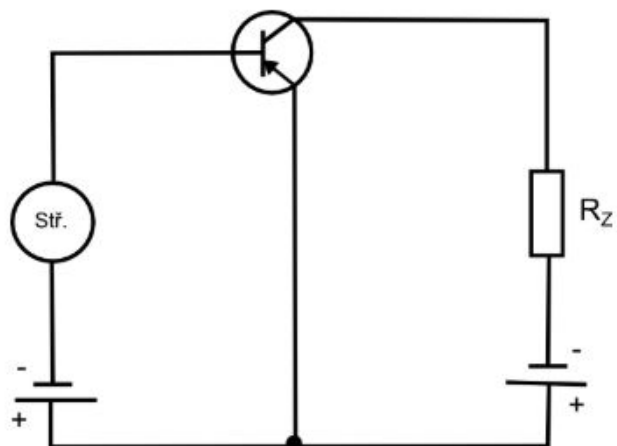


Obr. 1: Zapojení tranzistoru SB

Druh zapojení	SB
Tranzistor PNP	
Tranzistor NPN	
Zesílení proudové napěťové výkonové	0,9 až 0,995 10 až 100 10 až 100
Impedance vstupní výstupní	10 Ω až 100 Ω 100 k Ω až 1 M Ω
Fázový posun mezi vstupním a výstupním napětím - proudem	0° 0°
Výhody	nejvyšší f_{mez} vhodný jako měnič impedance

Se společným emitorem - SE

Pro toto zapojení je typická velká vstupní impedance, proudové a napěťové zesílení, výstupní fáze je otočena o 180° .



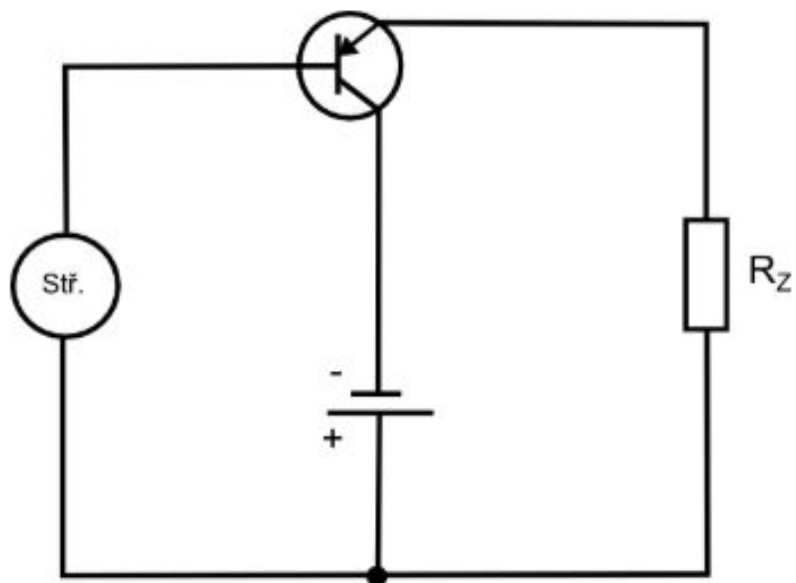
Obr. 2: Zapojení tranzistoru SE

Druh zapojení	SE
Tranzistor PNP	
Tranzistor NPN	
Zesílení proudové napěťové výkonové	10 až 200 10 až 100 100 až 2000
Impedance vstupní výstupní	10 Ω až 1 k Ω 10 k Ω až 100 k Ω
Fázový posun mezi vstupním a výstupním napětím - proudem	180° 0°
Výhody	nejlepší přizpůsobení velké zesílení

Se společným kolektorem - SC

Toto zapojení je typické velkým proudovým zesílením, velkým vstupním a nízkým výstupním odporem.

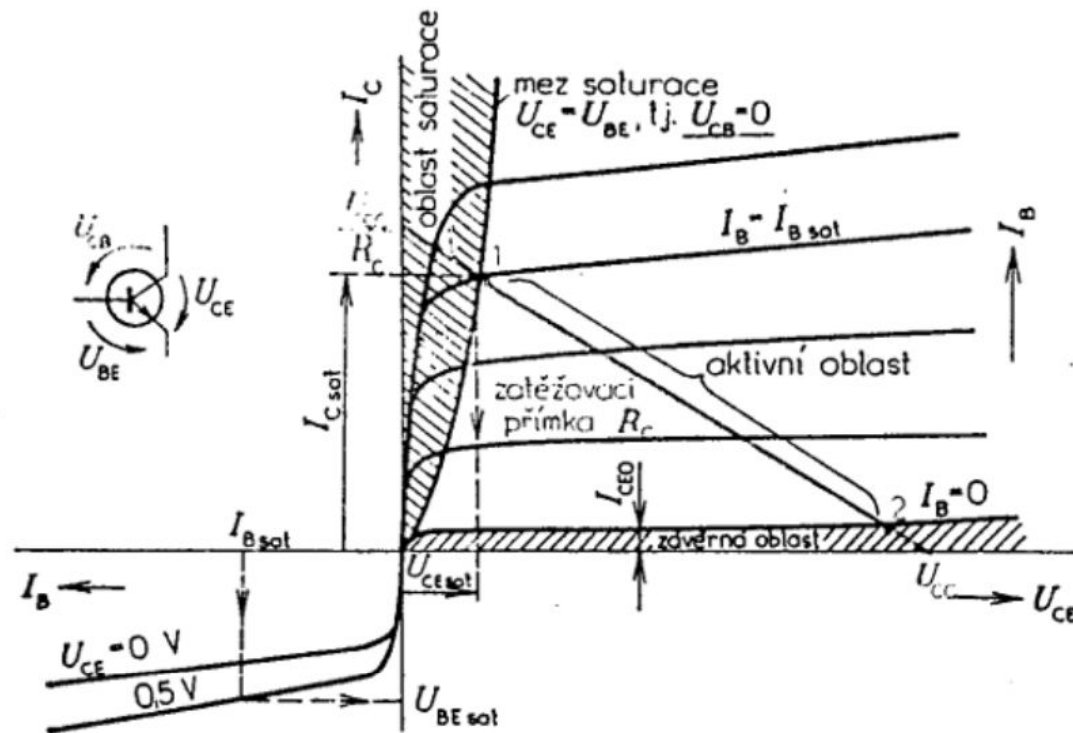
Používá se poměrně zřídka



Obr. 3: Zapojení tranzistoru SC

Druh zapojení	SC
Tranzistor PNP	
Tranzistor NPN	
Zesílení proudové napěťové výkonové	10 až 200 0,9 až 0,99 10 až 200
Impedance vstupní výstupní	10 kΩ až 100 kΩ 100 Ω až 1 kΩ
Fázový posun mezi vstupním a výstupním napětím - proudem	0° 180°
Výhody	vhodný jako měnič impedance

Druh zapojení	SE	SC	SB
Tranzistor PNP			
Tranzistor NPN			
Zesílení proudové napěťové výkonové	10 až 200 10 až 100 100 až 2000	10 až 200 0,9 až 0,99 10 až 200	0,9 až 0,995 10 až 100 10 až 100
Impedance vstupní výstupní	10 Ω až 1 k Ω 10 k Ω až 100 k Ω	10 k Ω až 100 k Ω 100 Ω až 1 k Ω	10 Ω až 100 Ω 100 k Ω až 1 M Ω
Fázový posun mezi vstupním a výstupním napětím - proudem	180° 0°	0° 180°	0° 0°
Výhody	nejlepší přizpůsobení velké zesílení	vhodný jako měnič impedance	nejvyšší f_{mez} vhodný jako měnič impedance



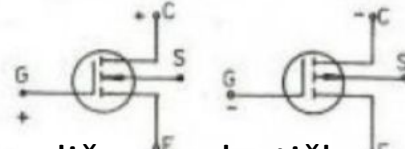
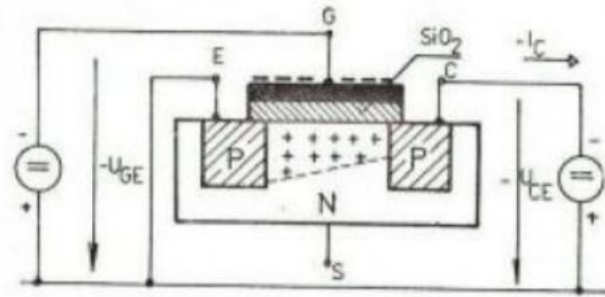
Po připojení napětí mezi kolektor a emitor ($I_B = 0$) nebude protékat tranzistorem žádný proud – závěrná oblast. Jakmile se na bázi přivede napětí, začne jí procházet malý proud (řádově mA), který způsobí otevření tranzistoru (proud I_{CE}).

U tranzistoru zapojeného jako zesilovač leží napětí kolektor-emitor U_{CE} v budícím rozsahu mezi $U_{CE\text{sat}}$ (oblast přebuzení) a napájecím napětím U_B . V praxi je pracovní bod ve třídě A nastavován na $U_{CE} = U_B/2$, tj. v polovině pracovní oblasti. Používají se jako zesilovače nf i vf signálů. Spojité zesilovače regulačních odchylek apod.

U tranzistoru zapojeného jako spínač existují pouze dva stavy. Nevodivý tranzistor (stav rozepnuto) pracuje v závěrné oblasti ($I_B=0$). Vodivý tranzistor (stav sepnuto) pracuje v oblasti saturace (přebuzení; $I_B = k \cdot I_{B\text{min}}$). Pracovní bod se volí na kraji oblasti saturace. Spínací časy jsou závislé na typu tranzistoru a na zapojení. K udržení krátkých časů jsou tranzistory buzeny proudem báze k -krát větším než je nejmenší potřebný proud k otevření $I_{B\text{min}}$.

Unipolární tranzistory

- Polovodičový prvek, který se používá pro:
- Zesilování signálů
- Spínání signálů
- Regulaci logických funkcí.



- Je tvořen základní polovodičovou destičkou slabě dotovanou příměsí, tj. o velkém odporu.
- Na destičce např. typu N jsou zhotoveny dvě oblasti s opačným druhem vodivosti P, ze kterých jsou
- vyvedeny C a E.
- Hradlo G je od základní destičky odděleno vrstvou SiO₂.
- Izolační vrstvička tvoří dielektrikum kondenzátoru, jehož elektrodami jsou hradlo a polovodičová
- destička, která je obvykle svorkou S připojena na E.
- Po připojení napětí U_{GE} zápornou svorkou na hradlo a kladnou na E, indukuje se pod vrstvou oxidu na
- základní destičce kladný náboj, který mění její vodivost z typu N na P. Od tzv. prahového napětí
- U_{GE}=U_T vzniká mezi C a E indukovaný kanál, který vodivě spojuje obě elektrody. Po připojení napětí
- U_{CE} mezi C a E uzavírá se kanálem proud I_C, jehož velikost závisí na napětí U_{CE} i U_{GE}

Typy unipolárních tranzistorů

- **JFET** (unipolární tranzistor s přechodovým hradlem)
Regulace proudu probíhá přivedením napětí mezi svorky G a S. Přivedeme-li na řídicí elektrodu závěrné napětí, dojde k rozšíření PN přechodu. Pokud je dostatečně vysoké řídicí napětí, dojde k zahrazení nebo omezení proudu protékajícího mezi elektrodami S a D.
- **MSFET** (unipolární tranzistor s přechodovým hradlem)
 - **TFT**
 - **IGFET**
 - **MOFSET**
 - S vodivým kanálem
 - S indukovaným kanálem
 - **MNFSET**
- **MESFET**(unipolární tranzistor s izolovaným hradlem)

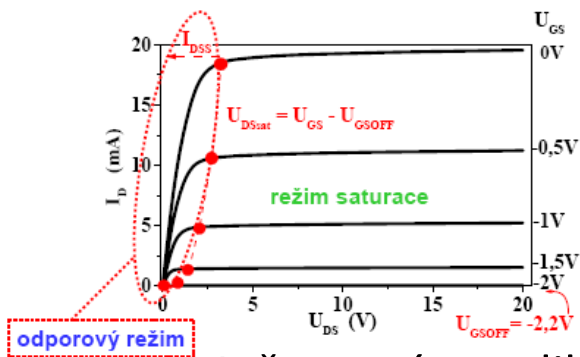
Unipolární tranzistor jako spínací prvek

Použití tranzistorů řízených polem ve funkci spínacího prvku má řadu výhod:

- izolované hradlo umožňuje téměř dokonalé oddělení řídicího a spínaného obvodu;
- tranzistory řízené polem umožňují spínat signály mající kladnou i zápornou polaritu napětí;
- protože neobsahují přechod PN jako bipolární tranzistory, neprojevuje se u nich nutnost zotavení přechodu PN při otevírání nebo zavírání tranzistoru;
- protože mezi kolektorem a emitorem není žádný přechod PN, neprojevuje se napěťový posuv způsobený napětím na tomto přechodu jako u bipolárních tranzistorů;
- protože má FET při sepnutí odpor $r_{DS(on)}$ řádově jednotky až stovky ohmů a v rozepnutém stavu řádově M Ω , je vhodný pro použití ve funkci spínače (poměr odporů v sepnutém a rozepnutém stavu je velký).

Nevýhoda použití tranzistorů řízených polem ve funkci spínacího prvku:

- při vyšších kmitočtech se projevuje vliv vnitřních kapacit, což má za následek pokles impedance uzavřeného FETu;
- rychlost spínání je omezena vnitřními kapacitami tranzistoru.



Řízený odpor

- Možnost této aplikace vyplývá z toho, že kolektorový odpor mezi kolektorem a emitorem je možné v odporové oblasti lineárně měřit řídicím napětím na hradle tranzistoru.
- Při uvedeném použití je tranzistor provozován v lineární odporové oblasti s napětím mezi kolektorem a emitorem menším než asi 100 až 200 mV.
- Přibližně do uvedených hodnot napětí mezi kolektorem a emitorem jsou výstupní charakteristiky tranzistoru JFET lineární a souměrné kolem počátku souřadnic. Kolektorový proud je lineárně závislý na kolektorovém napětí, napětí na kolektoru může být kladné nebo záporné.
- Voltampérové charakteristiky jsou charakteristikami odporů. Lineární závislost proudu na přiloženém napětí charakterizuje lineární rezistor.
- Parametrem výstupních charakteristik je napětí U_{GS} , takže změnou tohoto napětí je možné měnit hodnotu odporu. Se zvětšováním záporné hodnoty napětí U_{GS} (pro NJFET) dochází ke zmenšování šířky kanálu a zároveň i velikosti jeho odporu.