

Projekt Pospolu

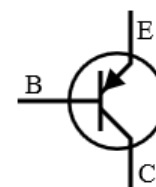
Polovodičové součástky – tranzistory, tyristory, traiky

Pro obor 18-22-M/01 Informační technologie

Autorem materiálu a všech jeho částí je Ing. Petr Voborník, Ph.D.

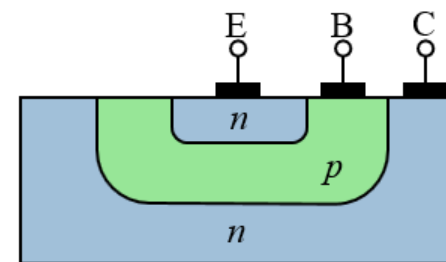
Bipolární tranzistor

Bipolární tranzistor je elektronická součástka tvořená třemi oblastmi polovodiče s různým typem vodivosti v uspořádání NPN nebo PNP, které vytvářejí dvojici přechodů PN. Prostřední oblast se nazývá **báze (B)**, krajní **emitor (E)** a **kolektor (C, výjimečně K)**. Ke každé z oblastí je zapojen vývod. Při vhodném zapojení je velikost elektrického proudu tekoucího mezi emitorem a kolektorem řízena malými změnami proudu tekoucího mezi bází a emitorem. Bipolární tranzistory se používají jako zesilovače, spínače a invertory. Vyrábějí se jako samostatné součástky nebo jako prvky integrovaných obvodů. Ve složitých integrovaných obvodech však převládá používání unipolárních tranzistorů.



Princip činnosti bipolárního tranzistoru

Bipolární tranzistor je třívrstvá součástka složená z různých dotovaných oblastí. Emitor je o několik řádů více dotován než báze, má mnohem více volných nosičů náboje. V případě NPN tranzistoru elektronů, a ty zaplaví tenkou oblast báze. Uvažujeme tranzistor typu NPN v zapojení se společným emitorem. Zvyšováním kladného napětí mezi bází a emitorem (tj. kladný pól zdroje na bázi a záporný na emitoru) se ztenčuje oblast bez volných nosičů na rozhraní báze a emitoru. Okolo napětí 0,6 V až 0,7 V pro křemík (Si) a 0,2 V až 0,3 V pro germanium (Ge) začíná PN přechod báze-emitor vést elektrický proud. Tato část tranzistoru se chová jako klasická polovodičová dioda.



**Zjednodušený průřez planárním
bipolárním tranzistorem NPN**

Přivedením kladného napětí mezi kolektor a emitor začnou být přebytečné elektrony odsávány z báze směrem ke kolektoru. Přechod báze – kolektor je polarizován v závěrném směru. Přebytek elektronů je následně posbírán ve vyprázdněné oblasti přechodu kolektor – báze.

Podmínky pro správnou funkci tranzistoru

Tenká vrstva báze – Podstata tranzistorového jevu.

Emitor dotovaný více než báze – způsobuje převahu volných nosičů náboje z emitoru. Při otevření přechodu báze – emitor se tak zachovává délka báze a elektrony vstříknuté do báze z emitoru nestíhají rekombinovat.

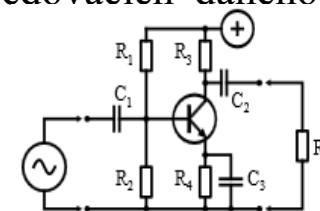
Báze dotovaná více než kolektor – čím větší je rozdíl dotací, tím větší napětí může tranzistor spínat, ale má také větší sériový odpor.

V bipolárním tranzistoru vedou proud také díry. Ty se zákonitě pohybují opačným směrem, ale plní stejnou úlohu jako elektrony. Proto se tomuto typu tranzistoru říká „bipolární“.

Základní zapojení

V elektronických obvodech může být tranzistor zapojen čtyřmi základními způsoby. Podle elektrody, která je společná pro vstupní i výstupní signál se rozlišuje zapojení se:

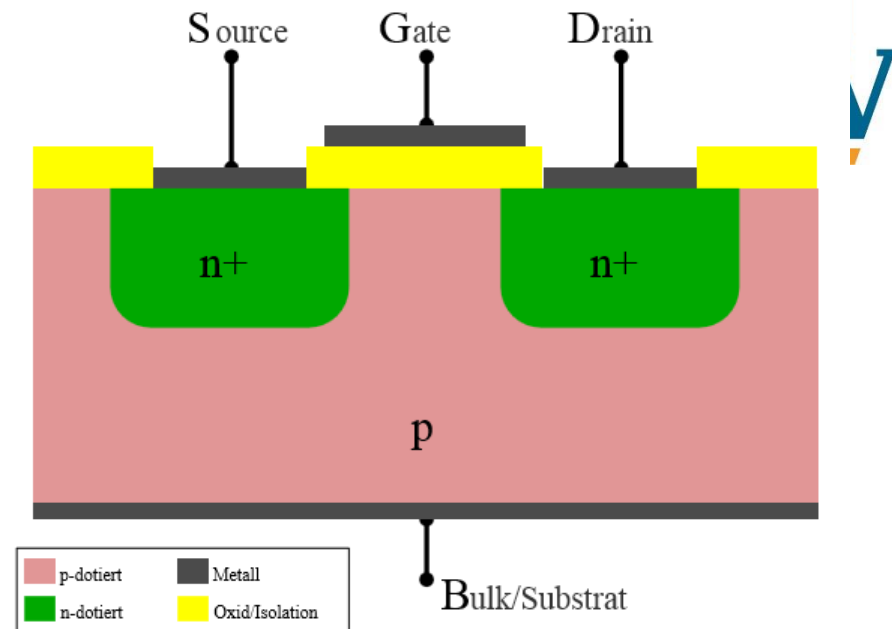
- **společným emitorem (SE)** – obrací fázi, proudové a napěťové zesílení je mnohem větší než 1,
- **společnou bází (SB)** – neobrací fázi, malé proudové zesílení ($A_i < 1$), velmi malá vstupní impedance, velké napěťové zesílení (velikostně podobné jako zapojení SE), zapojení se využívá ve spínačích nebo ve stabilizátorech ve zdrojích,
- **společným kolektorem (SC)** (= *emitorový sledovač*) – neobrací fázi, velký vstupní odpor, velké proudové zesílení, menší napěťové zesílení (< 1), využívá se ve sledovačích daného obvodu,
- **regulační stupeň (RS).**



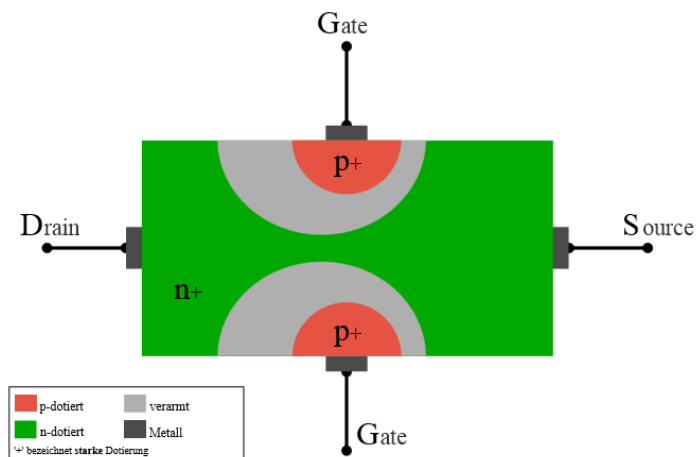
Zapojení tranzistorového zesilovače
se společným emitorem

Unipolární tranzistor

Unipolární tranzistor je polovodičový prvek, jehož označení *unipolární* vyjadřuje, že přenos náboje je v tomto tranzistoru uskutečňován pouze majoritními (většinovými) nosiči náboje (na rozdíl od bipolárního tranzistoru). Menšinové nosiče náboje jsou pro funkci součástky nežádoucí – jsou parazitního charakteru. Skládá se z polovodičů typu N a P, přičemž výrazně převládá jeden z nich.



Pro velký vstupní odpor se těmto tranzistorům také říká **tranzistory řízené elektrickým polem (FET, Field-Effect Transistors)**. Velký vstupní odpor je velkou výhodou unipolárních tranzistorů oproti bipolárním, jejichž malý vstupní odpor se nepříznivě projevuje při zesilování signálů ze zdrojů s velkým vnitřním odporem. Vstupním obvodem unipolárního tranzistoru tak neteče proud a je, podobně jako elektronka, řízen napětím. Řídící elektrodou teče buď jen malý proud ekvivalentní proudu diody v závěrném směru nebo jí neteče prakticky žádný proud.



Další výhodou tohoto tranzistoru je, že v I. kvadrantu je jeho VA charakteristika téměř lineární, proto jej často používáme v analogovém režimu (nejčastěji jako zesilovač), kde způsobuje velmi malé nelineární zkreslení.

Tyto výhody umožňují využívat unipolární tranzistor v obvodech s vysokou hustotou integrace. Z principu funkce bipolárního tranzistoru totiž vzniká Jouleovo teplo, které není schopný miniaturní čip odvést.

Nevýhodou (danou právě vysokou vstupní impedancí) je možnost snadného poškození unipolárních tranzistorů statickým nábojem, zvláště při manipulaci před zapojením do obvodů.

Typy unipolárních tranzistorů



- **JFET** (junction FET, unipolární tranzistor s přechodovým hradlem)

Regulace proudu probíhá přivedením napětí mezi svorky G a S. Přivedeme-li na řídicí elektrodu závěrné napětí (polarita dle druhu tranzistoru: s řídicí elektrodou typu P nebo N), dojde k rozšíření PN přechodu. Pokud je toto rozšíření dostatečně rozsáhlé (dostatečně vysoké řídicí napětí), dojde k zahrazení nebo omezení proudu protékajícího mezi elektrodami S a D.

- **MISFET** (unipolární tranzistor s přechodovým hradlem)

TFT

IGFET

MOSFET (metal oxide semiconductor FET)

s vodivým kanálem

s indukovaným kanálem

MNSFET

- **MESFET** (metal semiconductor FET, unipolární tranzistor s izolovaným hradlem)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

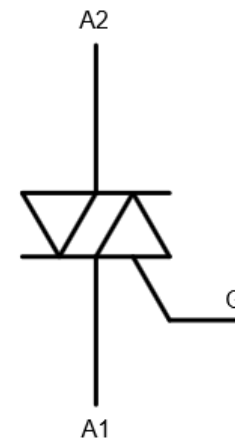


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Elektrody S, G a D jsou kovové a ve styku s polovodičovým materiálem. Uplatňuje se zde tzv. Schottkyho jev vznikající na přechodu polovodičkov. Vzniká zde jednostranně propustná bariéra, jež je regulována napětím přivedeným na řídicí elektrodu G. Řízená Schottkyho bariéra umožňuje průchod proudu mezi elektrodami D a S nebo mu zabraňuje.



Triak (z anglického *TRIode Alternating Current switch* = triodový spínač střídavého proudu) je polovodičový spínací prvek schopný vést elektrický proud oběma směry. Vlastnosti triaku přibližně odpovídají vlastnostem dvou antiparalelně zapojených tyristorů, u kterých jsou řídicí elektrody propojeny v jednu (ovšem A1 a A2 nelze zaměnit). Triaky jsou konstruovány pro běžná napětí v rozvodných sítích a pro proudy do několika ampérů. Typické použití je v regulaci domácího osvětlení, otáček praček, vrtaček a podobných nízkovýkonových elektrických spotřebičů. Hlavní výhodou je jednoduché zapojení do elektrických obvodů.



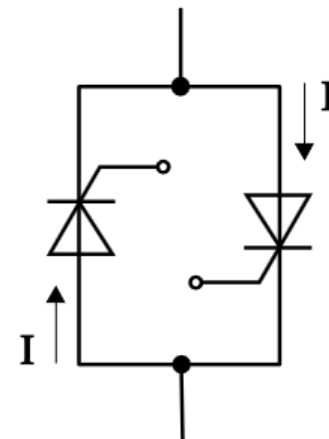
Popis funkce

Pro sepnutí triaku musí být na hlavních elektrodách dostatečně velké napětí a do řídicí elektrody musí být přiveden proudový impuls o hodnotě vyšší než je proud spínací.

Triak je sepnutý a vede tak dlouho, dokud se velikost protékajícího proudu nesníží pod hodnotu vratného proudu (tj. do okolí nuly).

Uzavírání triaku nastane při poklesu proudu pod hodnotu vratného proudu, a to při jakémkoli proudu řídicí elektrody.

Pokud triakem neprotéká žádný proud a hodnota proudu na řídicí elektrodě je nižší než hodnota spínacího proudu, triak se ihned uzavře (rozepne).





Omegatron. [cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí Creative Commons na WWW:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:BJT_PNP_symbol.svg>.

Inductiveload. [cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí public domain na WWW:
<[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NPN_BJT_\(Planar\)_Cross-section.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NPN_BJT_(Planar)_Cross-section.svg)>.

Biezl. [cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí public domain na WWW:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Common_emitter_amplifier.svg>.

Norro. [cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí Creative Commons na WWW:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scheme_of_metal_oxide_semiconductor_field-effect_transistor.svg>.

Norro. [cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí Creative Commons na WWW:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scheme_of_n-junction_field-effect_transistor_de.svg>.

[cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí public domain na WWW:
<<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Triac.svg>>.

[cit. 2015-10-06]. Dostupný pod licencí public domain na WWW:
<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antiparaleln%C3%AD_zapojen%C3%AD_tyristor%C5%AF.svg>.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost