Tranzistor podrobne, unipolárny tranzistor, bipolárny tranzistor, NPN, PNP :)

Polovodičová súčiastka, ktorá sa používa ako: zosilňovač, spínač, stabilizátor...

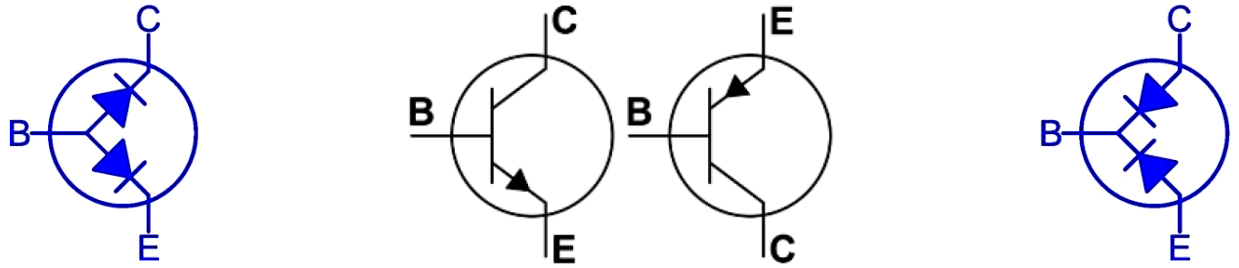
V dnešnej dobe sú tranzistory takmer v každom elektronickom zariadení. Pracujú spoľahlivo v mnohých aplikáciách ako diskrétne prvky, veľa tranzistorov nájdeme v integrovaných obvodoch, resp. mikroprocesoroch.

Oproti elektrónkam používaným v minulosti má tranzistor:

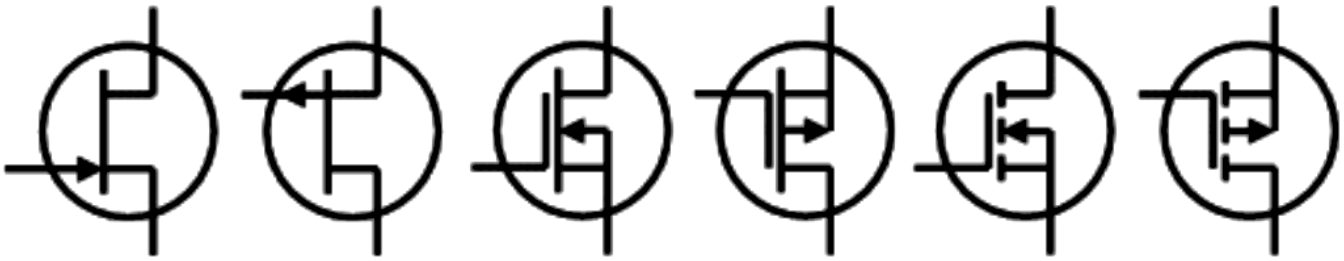
- nižšie prevádzkové napätie,
- skoro neobmedzenú životnosť (dobu funkcie),
- malé geometrické rozmery,
- vysokú odolnosť proti otrasom a pádom[1].

Tranzistory rozdeľujeme na dve veľké skupiny:

- unipolárne tranzistory (FET, Field Effect Transistor),
- bipolárne tranzistory (BJT, Bipolar Junction Transistor).



Značky bipolárnych tranzistorov NPN a PNP



Značky unipolárnych tranzistorov

Bipolárny tranzistor (BJT, Bipolar Junction Transistor)

Trojvrstvová polovodičová súčiastka. Každá vrstva tranzistora je vyvedená na elektródu, ktoré majú tieto názvy:

- **E – emitor**,
- **B – báza**,
- **C – kolektor**.

Tranzistor sa skladá z dvoch materiálov typu N oddelených materiálom typu P, tzv. **NPN tranzistor**, alebo z dvoch vrstiev materiálu typu P oddelených materiálom typu N, tzv. **PNP tranzistor**.

Bipolárny tranzistor inak:

Tranzistor je polovodičová súčiastka s tromi elektródami: **emitorom E**, **bázou B** a **kolektorom C**.

Vyrába sa v dvoch modifikáciách:

- **NPN** – emitor je polovodič typu **N**, báza je vrstvička polovodiča typu **P** a kolektor je opäť polovodič typu **N**,
- **PNP** – emitor je polovodič typu **P**, báza je vrstvička polovodiče typu **N** a kolektor je opäť polovodič typu **P**.

Rozdiel medzi tranzistorom typu NPN a typu PNP spočíva v podstate len v opačnej polarite pri ich napájaní.

Emitor je bohato dopovaná časť so stredne veľkou vrstvou a je určená na emitovanie elektrónov. Vrstva emitora musí mať podstatne väčšiu koncentráciu prímesí ako vrstva bázy.

Báza je stredne dopovaná úzka vrstva, určená na prechod elektrónov. Hrúbka prostrednej bázy má byť veľmi

malá, menšia ako difúzna dĺžka dier emitorovej vrstvy PNP tranzistora resp. difúzna dĺžka elektrónov emitorovej vrstvy tranzistora NPN.

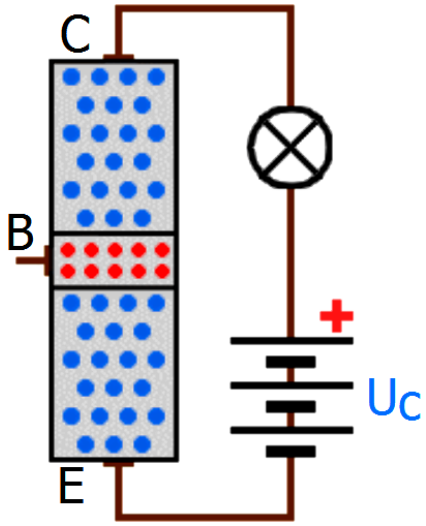
Kolektor je slabo dopovaná veľká vrstva určená na zachytávanie elektrónov.

Ako funguje bipolárny tranzistor?

Činnosť tranzistora NPN si vysvetlíme v dvoch krokoch[2].

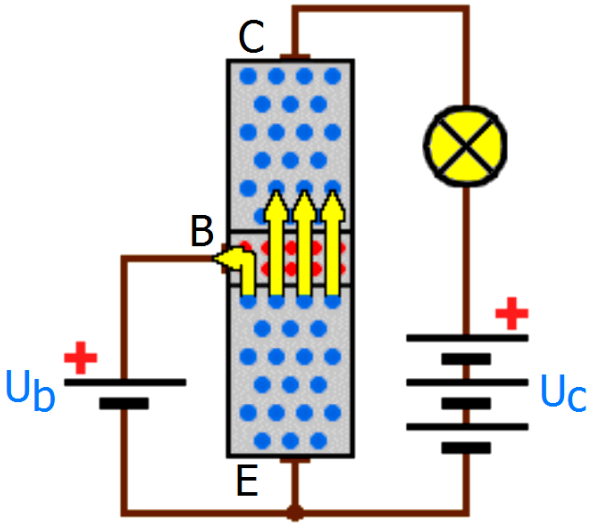
1. Zapojenie kolektorového obvodu

Najprv zapojíme len obvod medzi kolektorom a emitorom tranzistora. Emitor pripojíme k zápornému a kolektor ku kladnému pólu zdroja s napätím U_c. Báza zatiaľ zostáva nezapojená. Prechod medzi emitorom a bázou je síce zapojený v priepustnom smere, ale prechod medzi bázou a kolektorom je zapojený v závernom smere. Preto kolektorovým obvodom prúd neprechádza.



2. Pripojenie obvodu bázy

Teraz pripojíme medzi emitor a báze zdroj malého napätia U_b. Báza je pripojená k jeho kladnému a emitor k jeho zápornému pólu. Pretože je prechod emitor-báza zapojený v priepustnom smere, začnú elektróny prúdiť z emitora do bázy. Väčšina elektrónov však pokračuje cez prechod báza-kolektor až do kolektora, pretože sú k nemu priťahované veľkým kladným napätím U_c. Kolektorovým obvodom teraz prúd prechádza a je oveľa väčší prúd než obvodom bázy.



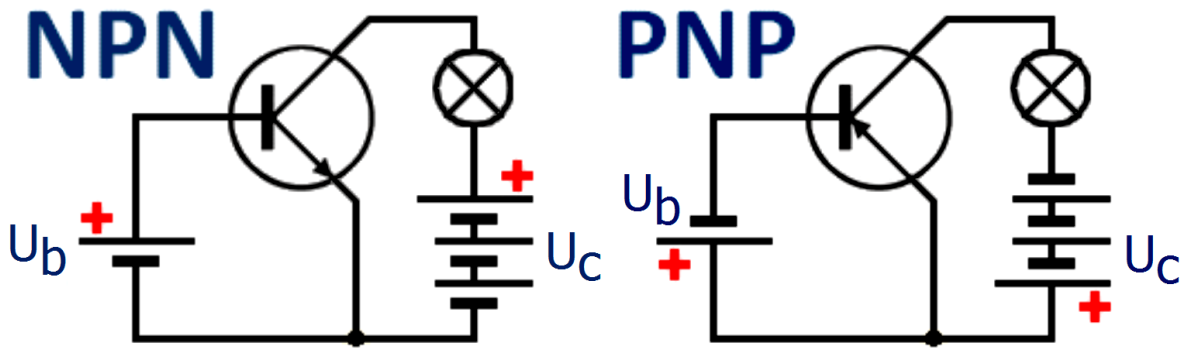
Výsledok

Základnou vlastnosťou tranzistora je jeho schopnosť zosilňovať prúd alebo napätie. Tranzistor NPN sa zapája do obvodu tak, že báza je pripojená k malému kladnému napätie a kolektor k veľkému kladnému napätiu. Malá zmena prúdu alebo napätia v obvode bázy spôsobí veľkú zmenu kolektorového prúdu, t.j. tranzistor funguje ako zosilňovač. Inými slovami - malým prúdom v obvode bázy môžeme ovládať oveľa väčší prúd v obvode kolektora.

Copyright © 2013 - 2025 Encyklopédia poznania

Poznámka

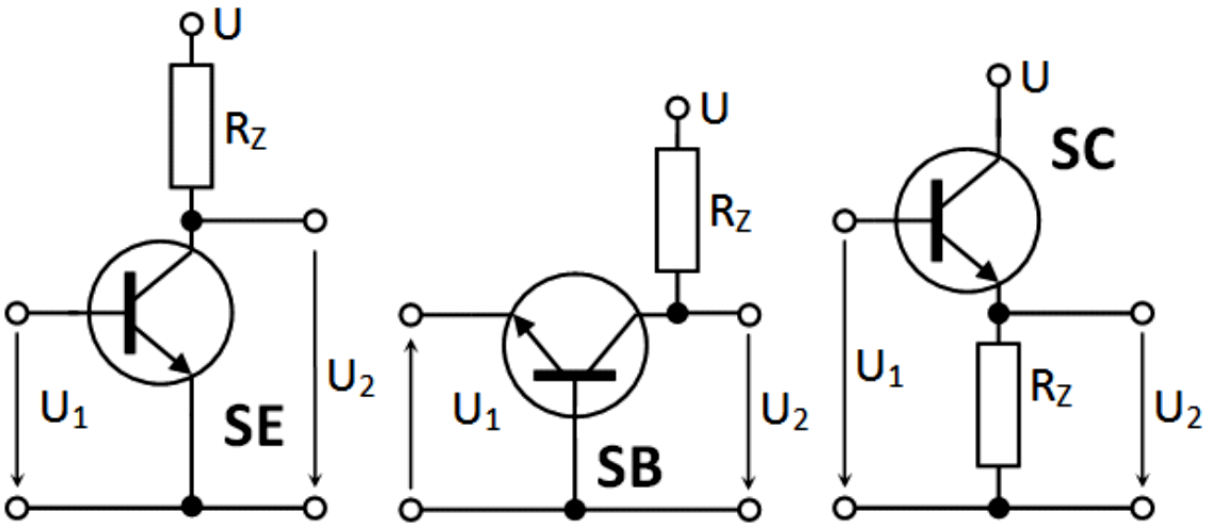
Podobným spôsobom môžeme popísať aj funkciu tranzistora PNP. Rozdiel je iba v tom, že oba zdroje napätia sú zapojené opačne ako u tranzistora NPN. Kolektorový prúd je v tomto prípade ovládaný malým záporným napätím, privedeným na bázu.



Vlastnosti bipolárnych tranzistorov:

- sú riadené prúdom tečúcim do bázy[3],
- bipolárne tranzistory využívajú vždy oba typy nosičov,
- umožňujú menšiu hustotu integrácie ako unipolárne tranzistory,
- majú vysokú frekvenciu spínania, čas prechodu medzi stavmi dosahuje rádovo nanosekundy.

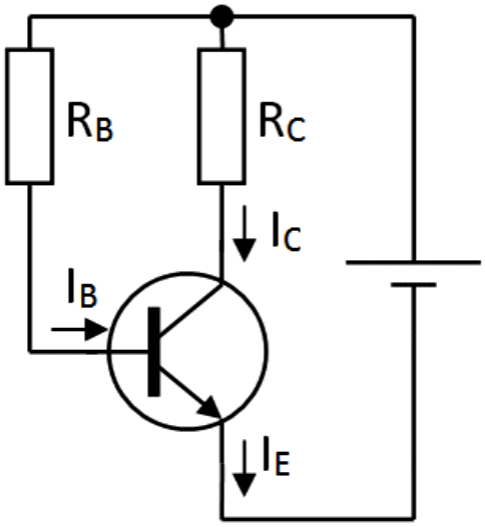
Spôsoby a charakteristiky zapojenia bipolárnych tranzistorov

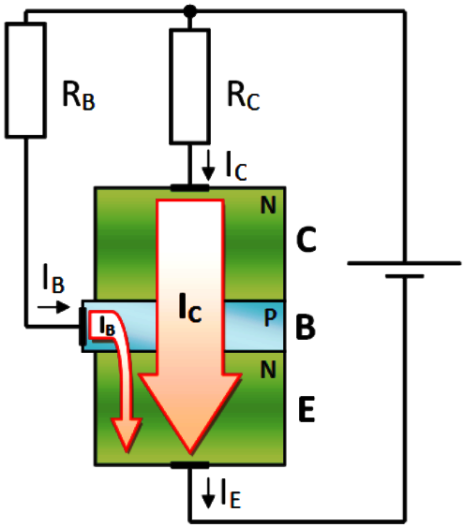


Zapojenie so spoločným emitorom **Zapojenie so spoločnou bázou** **Zapojenie so spoločným kolektorom**

Veličina/Zapojenie	SE	SB	SC
Vstupný odpor	malý až stredný	veľmi malý	veľmi veľký
Výstupný odpor	veľký	veľmi veľký	veľmi malý
Napäťové zosilnenie	veľké	veľmi veľké	< 1
Prúdové zosilnenie	veľké	< 1	veľké
Výkonové zosilnenie	veľké	malé až stredné	malé až stredné

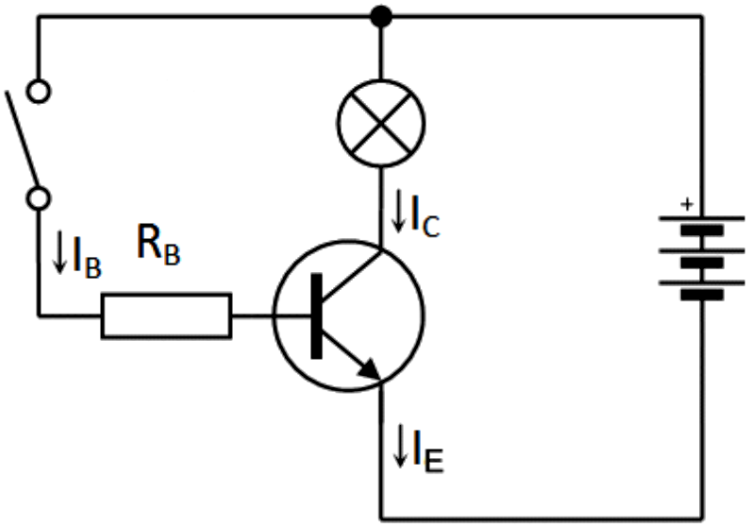
Copyright © 2013 - 2025 Encyklopédia poznania



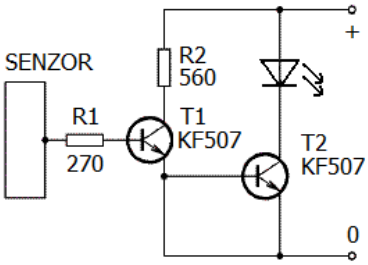


Zapojenie a princíp zapojenia so spoločným emitorom podrobne.

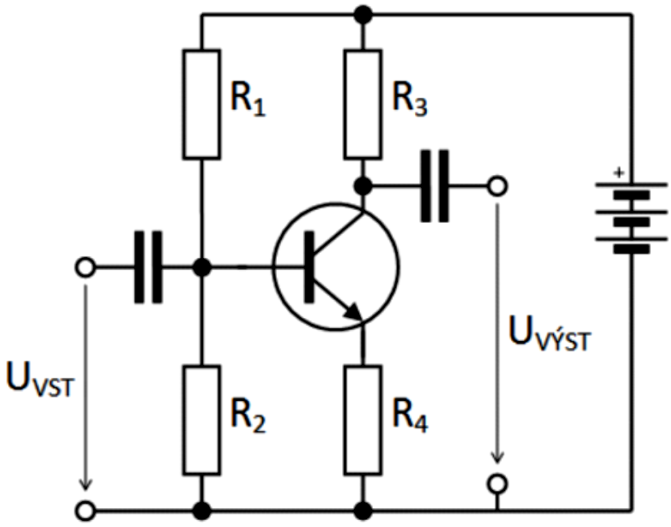
Zapojenie so spoločným emitorom sa v praxi používa najčastejšie.



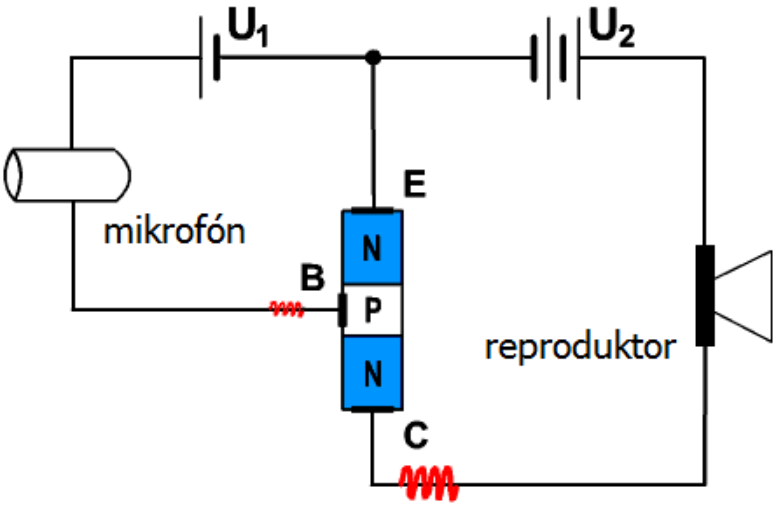
Tranzistor ako spínač



Zapojenie dotykového snímača

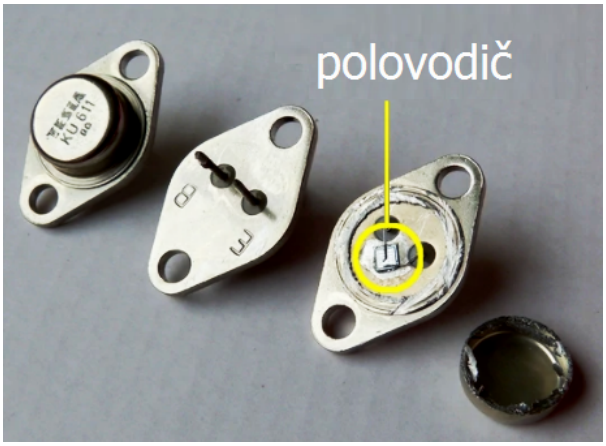


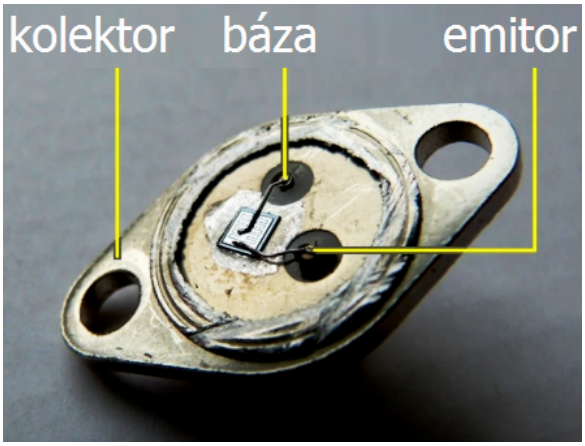
Tranzistor ako zosilňovač

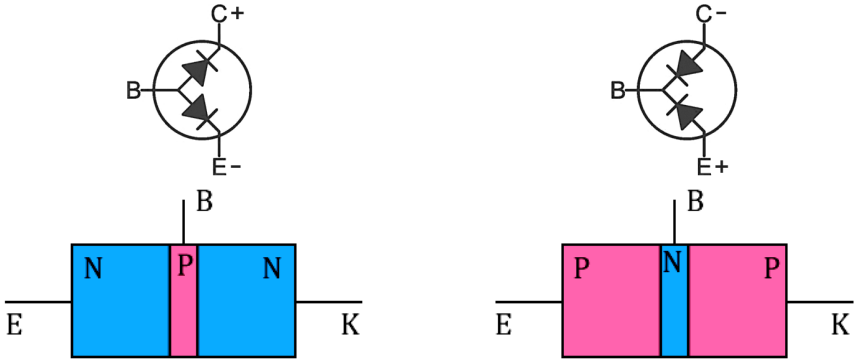


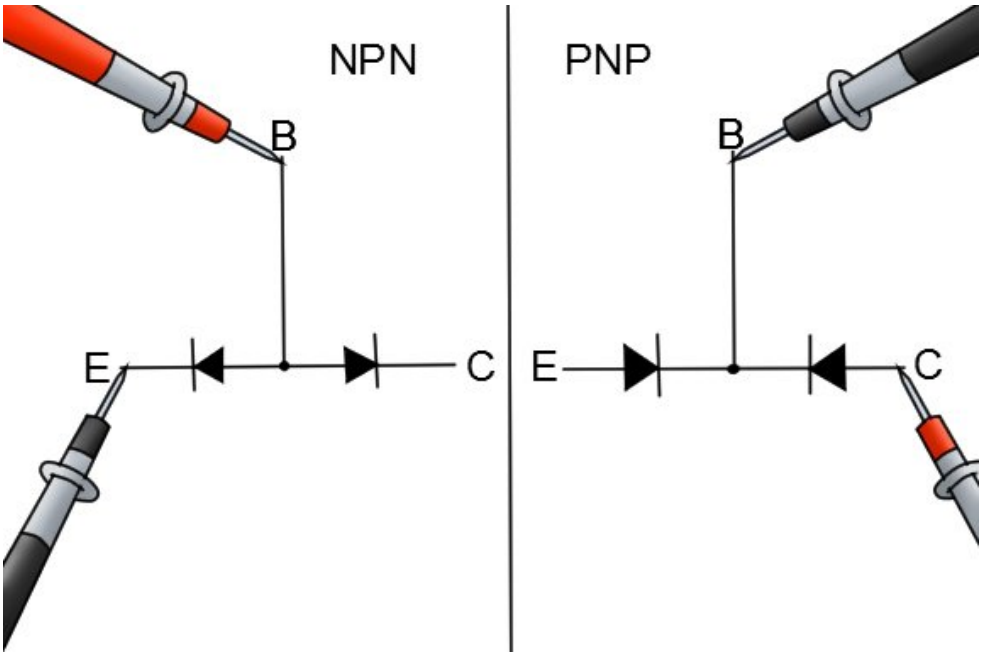
Zosilňovací efekt tranzistora

Fotografia výkonového tranzistoru s kovovým púzdrom, ktorý sa používa vo veľkých zosilňovačoch. Tranzistor je tvorený základnou kremíkovou doštičkou, pripojenou tenkými drôtikmi s vonkajšími kontaktami – bázou, emitorom a kolektorem (kolektor je spojený s kovovým púzdrom).









Meranie bipolárnych tranzistorov

História bipolárneho tranzistora

Prvý tranzistor v germániovom kryštáli vytvorili v roku 1948 W. Shockeley, W. Brattain a J. Bardeen. Dnes sa na výrobu tranzistorov zvyčajne používa kremík.

Unipolárny tranzistor (FET, Field Effect Transistor)

Pri unipolárnych tranzistoroch riadený prúd prechádza len polovodičom jedného typu. Majú teda veľmi malý úbytok napätia v zopnutom stave. Ovládajú sa iba napätím. Majú teda veľmi veľký vstupný odpor (rádovo MΩ).

Unipolárne tranzistory sú riadené napätím (elektrostatickým poľom) na riadiacej elektróde (gate)[4].

Unipolárny sa im hovorí preto, že používajú len jeden typ nosičov, t.j. buď elektróny alebo diery, podľa typu vodivého kanála.

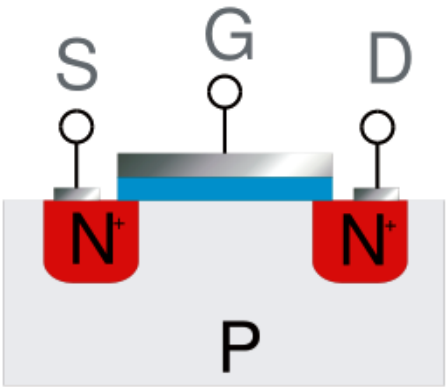
Vlastnosti unipolárnych tranzistorov

Unipolárne tranzistory majú:

- dlhšie spínacie časy ako bipolárne tranzistory,
- väčšiu hustotu integrácie ako bipolárne tranzistory,
- menší príkon ako bipolárne tranzistory, ten však závisí od pracovného kmitočtu,
- dobrú šumovú odolnosť.

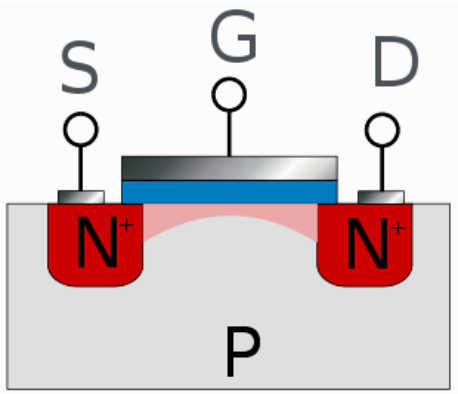
Ako funguje unipolárny tranzistor?

Ak máme substrát P a elektródy (S a D) N, medzi ktorými je P substrát, tak je tento tranzistor normálne nevodivý. Ale nad substrátom je elektróda G. Na tú keď privedieme kladné napätie, tak k nej pritiahneme elektróny a zo substrátu P sa v blízkosti elektródy vytvorí N. Tak vznikne medzi S a D most a tranzistor je otvorený.



MOS N-kanál obohacovací, vypnutý

Dôležitá je izolačná vrstva medzi hradlovou elektródou a substrátom.



MOS N-kanál obohacovací, zapnutý

Keď ale hradlo odpojíme, tento most ešte dlho ostane (rádove sekundy, pri diskrétnych výkonových ešte dlhšie). Keď ho chceme vypnúť, musíme hradlo pripnúť na nulu (alebo vyrovnať s D). Toto sa využívalo v niektorých pamätiach. Príčinou je kapacita medzi hradlom a S a D. Táto kapacita tiež obmedzuje rýchlosť spínania na tranzistore, lebo pri väčších frekvenciách sa samozrejme správa ako skrat.

Delenie unipolárnych tranzistorov:

- JFET PN priechodom riadený tranzistor,
- MOSFET s vodivým kanálom,
- MOSFET s indukovaným kanálom,
- MESFET s prechodom kov-polovodič.

Delenie unipolárnych tranzistorov inak:

- JFET (Junction FET) – riadiaca elektróda je tvorená záverne polarizovaným priechodom PN,
- MESFET (Metal Semiconductor FET) – riadiaca elektróda je tvorená záverne polarizovaným priechodom kov-polokov,
- MOSFET (Metal Oxide Semiconductor FET) – riadiaca elektróda je izolovaná od zvyšku tranzistora oxidom. Ich výkonnostné varianty majú medzi Drain a Source takzvanú Body diódu, ktorá im pomáha zvládať napäťové špičky opačného napätia spôsobené rýchlym odpájaním induktora[5],
- MISFET (Metal Insulated Semiconductor FET) – obecný názov pre tranzistor s izolovanou riadiacou elektródou. Izolantom nemusí byť len oxid ale napríklad aj nitrid...

[1] Odpadol príkon na žhavenie.

[2] Pre správne pochopenie však musíme poznať vlastnosti priechodu PN, najmä jeho vlastnosti pri zapojení v priepustnom a závernom smere.

[3] V bipolárnom tranzistore prechádza riadený prúd dvoma polovodičovými prechodmi, a tie sa ovládajú sa bázovým prúdom, čím zaťažujú budiaci obvod nízkym vstupným odporom.

[4] Unipolárne tranzistory sú riadené elektrickým poľom FET (Field Effect Tranzistor), ktorým regulujú veľkosť prúdu prechádzajúceho vodivým kanálom polovodiča typu N alebo P.

[5] Napríklad motora, kde sa MOSFET na riadenie často používa.

Tranzistor jednoducho, Fototranzistor, Tranzistorový jav, Earlyho jav