



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Název projektu: **Automatizace výrobních procesů ve strojírenství a řemeslech**
Registrační číslo: **CZ.1.07/1.1.30/01.0038**
Příjemce: **SPŠ strojnická a SOŠ profesora Švejcara Plzeň, Klatovská 109**
Tento projekt je spolufinancován Evropskou unií a státním rozpočtem České republiky

Produkt:

Zavádění cizojazyčné terminologie do výuky odborných předmětů a do laboratorních cvičení

Bipolární tranzistory

Návod v českém jazyce

Číslo tématu: **2a**

Monitorovací indikátor: **06.43.10**

NÁVOD K TÉMATU: 2a

Vytvořeno ve školním roce: 2012/2013

Obor: 26-41-M/01 Elektrotechnika – Mechatronika

Předmět: Elektronika

Ročník: 2.

Zpracoval: Ing. Vladimír Straka; přeložila: Bc. Veronika Mádlová

Bipolární tranzistory

Toto téma je velmi důležité pro ty, kteří se zabývají elektronikou. Doufám, že spolu strávíme příjemný čas a vy se možná naučíte něco užitečného. Proč? Protože dobrá znalost tranzistorů je nezbytná pro většinu činností v elektrotechnice. Tranzistory jsou velmi obsáhlá oblast, na kterou máme málo času. Proto následující prezentace je vlastně rychlým shrnutím podstatného.

Nejprve stručný přehled, o čem bude řeč.

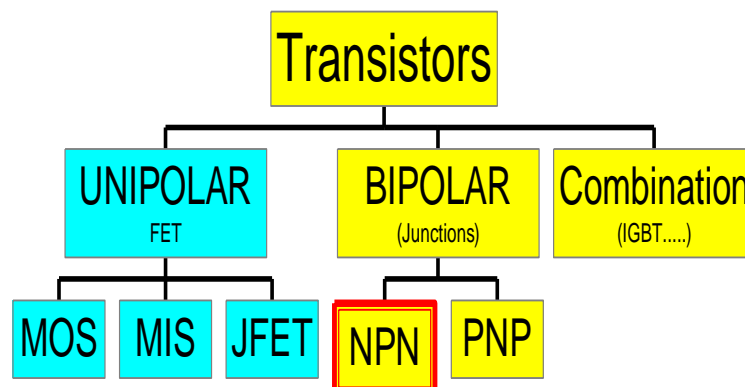
Po rychlém úvodu, nebo spíše zahřátí, se podíváme na hlavní skupiny tranzistorů a jejich základní rysy.

Poté, v hlavní části se budeme zabývat principy fungování bipolárního tranzistoru. Protože tranzistor je reálná součástka obvodu, je nezbytné se podívat na způsoby zapojení tranzistoru.

Závěrečná část – výstupní charakteristiky tranzistoru v zapojení se společným emitorem.

Konečně, pokud si budete přát, můžeme diskutovat i o dalších souvisejících tématech.

Velká rodina tranzistorů



Žijeme v prostředí, které je plné elektroniky. Elektronika zase není myslitelná bez polovodičů. Jistě, byly časy, kdy neexistovaly polovodiče. Používaly se elektronky. Byla to možná romantická doba, ale elektronika byla teprve na začátku. Elektronky měly některé výhody, ale také nevýhody. Byly velmi velké, jako prst nebo větší. Jako vedlejší produkt provozu vznikalo mnoho tepelné energie. Byly dobré také jako topení. Při provozování velkého množství elektronek vznikaly velké problémy s jejich chlazením.

Moderní polovodiče jsou velmi malé, skoro neviditelné a jejich produkce tepla je minimální. To umožňuje jejich integraci do elektronických součástek. Tato integrace umožnila současnou expanzi elektroniky.

Tranzistor je klíčová součástka ve všech elektronických zařízeních. Od roku 1947, kdy byl objeven, vznikla celá rodina tranzistorů.

Některé tranzistory jsou unipolární, jiné bipolární.

Bipolární nebo unipolární tranzistor? V čem je rozdíl?

Jméno závisí na druhu nosičů. Zjevně rozdílné typy tranzistorů fungují na rozdílných principech.

Tranzistory používající pro vlastní vodivost pouze jeden druh nosičů, např. elektrony, se nazývají unipolární. Unipolární tranzistory používají princip řízení proudu vytvořením a regulací vodivého kanálu uvnitř polovodiče.

Tranzistory, které používají současně oba druhy nosičů – elektrony a díry se nazývají bipolární (nebo orig. junction) tranzistory.

Bipolární tranzistory používají systém sestávající ze dvou opačně zapojených diod, vlastně ze dvou PN přechodů. Jeden z nich je řízený.

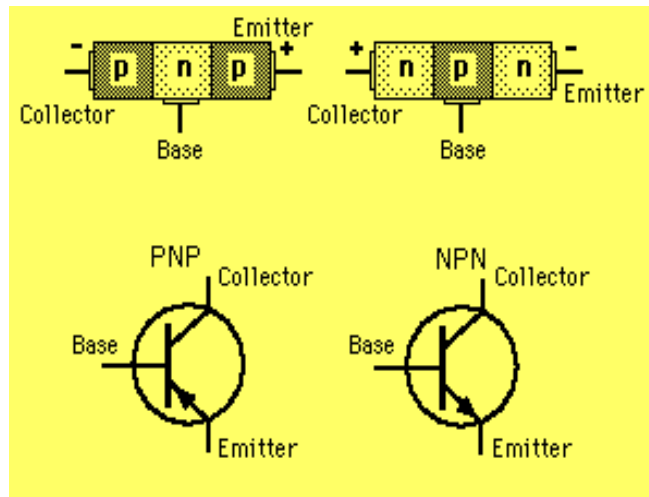
Kromě těchto základních typů tranzistorů a jejich variací, existují některé speciální typy kombinující oba předchozí typy tranzistorů. Například IGBT tranzistor.

Protože celá rodina tranzistorů je velmi rozsáhlá, je nemožné se zabývat každým typem.

Tato prezentace se zabývá pouze stále nejvíce používaným, bipolárním tranzistorem.

A nyní, jak vypadá bipolární tranzistor uvnitř.

Bipolární tranzistor sestává ze tří oblastí odlišného typu vodivosti. Existují dvě hlavní možnosti. Tranzistor se může skládat ze dvou oblastí typu N a oblastí typu P mezi nimi. Jiná možnost jsou dvě oblasti typu P a jedna typu N.

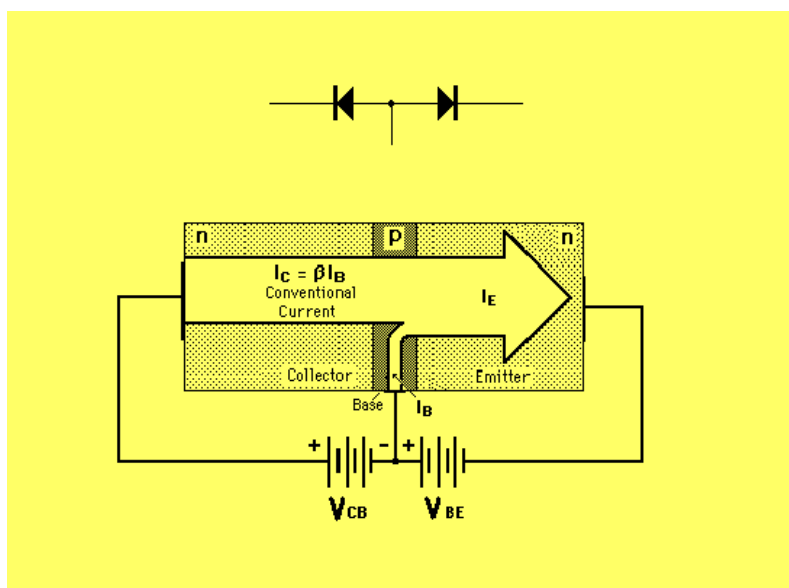


Z tohoto uspořádání vyplývá:

- 1/ Existence dvou PN přechodů, které jsou polarizovány obráceně.
- 2/ Každá z oblastí uvnitř tranzistoru má vlastní vývod. Tranzistor jako polovodičová součástka má tři vývody.
- 3/ Pořadí oblastí říká, o jaký typ tranzistoru se jedná NPN nebo PNP tranzistor.

Pozn.: Každé písmeno znamená jednu oblast v třívrstvé struktuře. Obdobně PN - přechod. Zde znamená přechod mezi oblastmi dotovanými na typ N nebo P.

Struktura NPN transistoru



Dva opačně polarizované PN přechody jsou vlastně v principu dvě obráceně polarizované diody. Přechod báze – emitor je polarizovaná v propustném směru. Proud báží je silně závislý na napětí báze- emitor – jedná se o diodu v propustném směru. Jestliže napětí báze – emitor je kladné a větší než 0,6 V, pak dioda báze – emitor je sepnutá a proud báze – emitor může procházet. Napětí 0,6 V je prahová hodnota pro křemíkové diody.

Naopak dioda báze – kolektor je zapojená obráceně. Přes přechod kolektor – báze mohou procházet pouze minoritní nosiče. Avšak v tomto případě nosiče, které jsou v první oblasti minoritní, se po projití přechodu stávají majoritními. Jestliže je oblast báze velmi tenká, asi desetinásobek vlnové délky světla, nosiče skrz bázi procházejí. Přibližně 99 % nosičů vstříknutých do báze je přenesených do kolektoru a přechod báze – kolektor se tak otevírá. Větší kolektorový proud je přímo úměrný proudu báze podle vztahu, nebo přesněji, je úměrný napětí báze – emitor. Menší proud báze řídí větší proud kolektoru, čímž vzniká proudové zesílení.

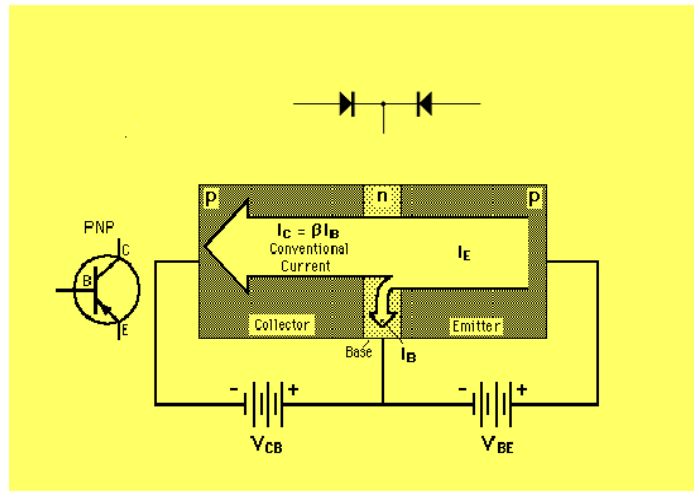
Tedy velmi malý proud báze může být použit k řízení mnohem většího proudu kolektoru. Tranzistor může být charakterizován jako proudový zesilovač s množstvím využití coby zesilovač a spínač.

Nyní je jasné, proč tranzistor nelze nahradit dvojicí diod. Pokud je oblast báze široká, nosiče v ní stihnou zrekombinovat a nedostanou se až do oblasti zavřeného kolektorového přechodu.

Co říci o struktuře tranzistoru?

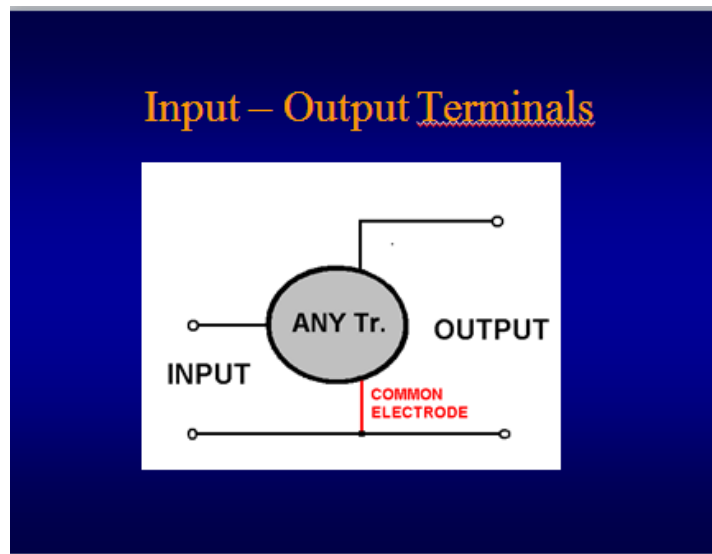
Oblast kolektoru je největší a je spojena s chladičem. Oblast emitoru je menší a více dotovaná pro zvýšení vodivosti.

Nyní pojďme k tranzistoru PNP:



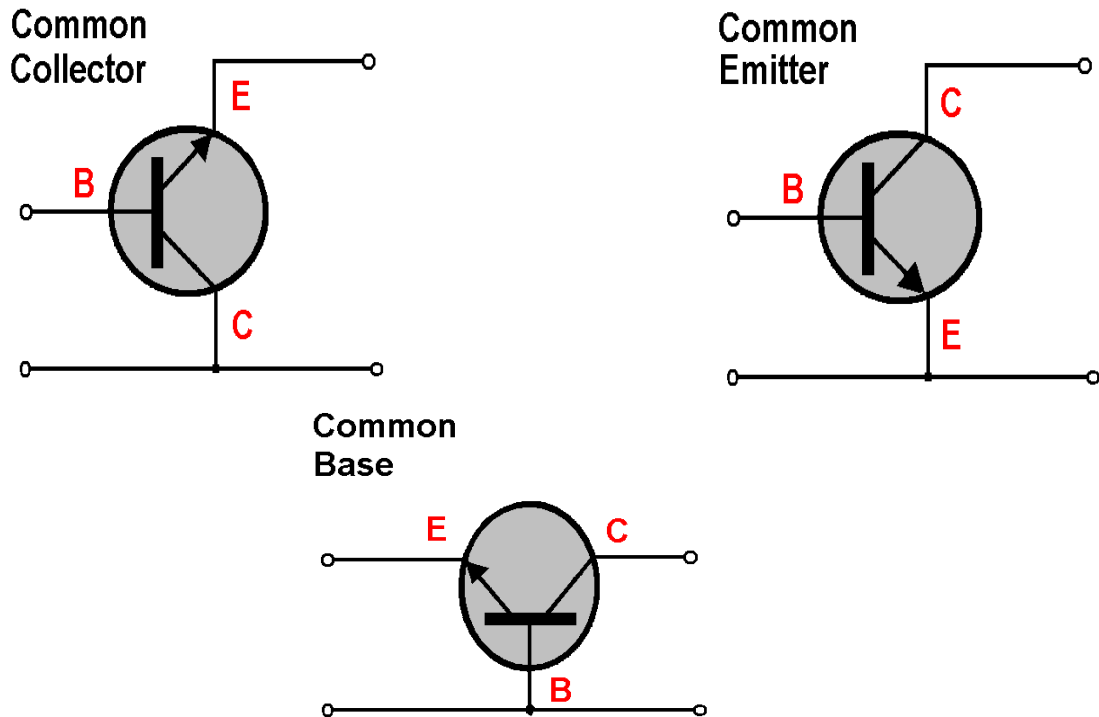
Analogicky můžeme situaci u tranzistoru NPN použít u tranzistoru PNP.

Nicméně oblasti uvnitř tranzistoru se mění. Pak opačná polarita oblastí vyžaduje opačné polarity zdrojů.



A jak se připojí tranzistor k obvodu?

Vzhledem k tomu, tranzistor je zařízení se třemi vývody a pro připojení jsou potřeba čtyři – vstupní -výstupní svorky. Tedy, jeden z vývodů tranzistoru musí být společný pro vstupní a výstupní obvody. To vede k zapojením jménem společný emitor nebo společný kolektor nebo společná báze, pro tři základní typy obvodových schémat:



Jistě, obrázky jsou dobré pro ilustraci. Pro dobrou funkčnost je nezbytné doplnit zapojení o nějaké odpory a zdroje.

Každé z těchto zapojení má svoje vlastnosti, a tedy svoje specifické použití v elektronice. Ale to je již mimo rozsah dnešní prezentace.

Pojďme k jednotlivým zapojením:

Poznámka: (CC znamená společný kolektor, CB - společnou bázi, CE- společný emitor).

NPN CC Mode:

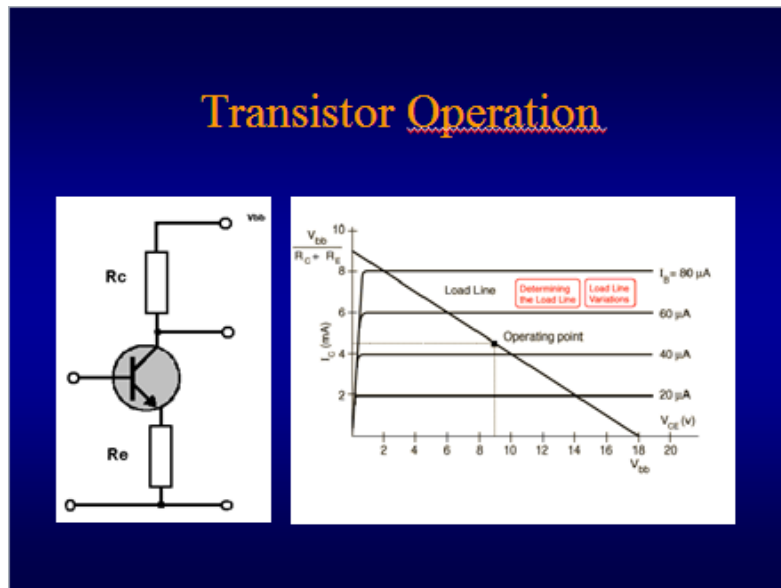
Zapojení se společným kolektorem, často nazývané emitorový sledovač, (protože jeho výstupní odpor je obrazem emitorového odporu), je užitečný jako impedanční přizpůsobení, protože jeho vstupní impedance je mnohem vyšší, než jeho impedance výstupní.

NPN CB Mode:

Tato konfigurace se používá pro vysokofrekvenční aplikace, protože vstup a výstup jsou odděleny bází, čímž se minimalizují oscilace při vysokých frekvencích. Má vysoké napěťové zesílení, relativně nízkou vstupní impedanci a vysokou výstupní impedanci, ve srovnání se společným kolektorem.

A hlavně NPN CE Mode:

Činnost tranzistoru



Příklad výstupních charakteristik tranzistoru pro nejběžnější zapojení se společným emitorem:

Na vertikální ose se zobrazuje proud, který prochází skrz kolektor, v závislosti na napětí kolektor-emitor. Tato křivka také ukazuje, že proud do báze je v podstatě nezávislý na kolektorovém napětí.

Ve výstupní charakteristice vystupuje proud báze jako parametr. Pro každou hodnotu tohoto proudu existuje jiná výstupní křivka. Větší – kolektorový proud je přímo úměrný proudu báze, viz vzoreček $I_C = \beta I_B$. Přesněji řečeno, proud I_C je přímo úměrný napětí U_{be} . Menší proud báze, řídí větší proud kolektoru, tj. vzniká proudové zesílení.

Na obrázku je zatěžovací přímka a pracovní bod. Množina všech možných pracovních bodů vytváří zatěžovací přímku. Umístění zatěžovací přímky se různí podle typu připojení. Sklon zatěžovací přímky je určen zdrojem napětí a odpory zapojenými do emitoru a kolektoru.

V důsledku toho se tranzistor v zapojení se společným emitorem, může nacházet v jednom ze tří stavů:

Vypnutý (bez kolektorového proudu), vhodné pro použití tranzistoru jako spínače.

Když je proud báze nulový, pak proud kolektoru bude také nula.

Ve stavu nasycení (kolektor má téměř stejné napětí jako emitor), působí jako propustně polarizovaná dioda, tranzistorem protéká velký proud. Tranzistor je zapnut.

Uvnitř oblasti (kolektorem protéká nějaký proud, napětí U_{be} je několik desetin voltu), proud kolektoru je přímo úměrný proudu báze – to je užitečné pro zesilovací aplikace. Proud a napětí pracovního bodu se budou pohybovat po zatěžovací přímce.

Je zřejmé, že bipolární tranzistory mohou být použity jako zesilovače nebo spínače.

Dnes jsme probrali: princip bipolárního tranzistoru

Možná zapojení bipolárního tranzistoru

Činnost tranzistoru v zapojení se společným emitorem.

Bipolární tranzistory - Bipolar Transistors - slovníček odborných termínů

Vocabulary	Slovníček
carriers	nosiče
circuit	obvod
coupling diodes	spojené diody
current	proud
deals with electronics	zabývající se elektronikou
forward – biased	zapojený v propustném směru
junction	přechod
own conductivity	vlastní vodivost
semiconductors	polovodiče
terminal	vývod

Zdroje:

MAŤÁTKO, J., *Elektronika*. Idea Servis, 2008. ISBN 978-80-85970-64-7.

ELEKTRONIKA [online]. [cit. 2012-10-20]. Dostupné z WWW:
<http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/kap2/2_3_1.html>.

ELEKTRONIKA 3 [online]. [cit. 2012-11-12]. Dostupné z WWW:
<<http://www.fzu.cz/departments/multilayer/tutorial/Elektronika3.pdf>>.