

Elektronika pro informační technologie (IEL)

Čtvrté laboratorní cvičení

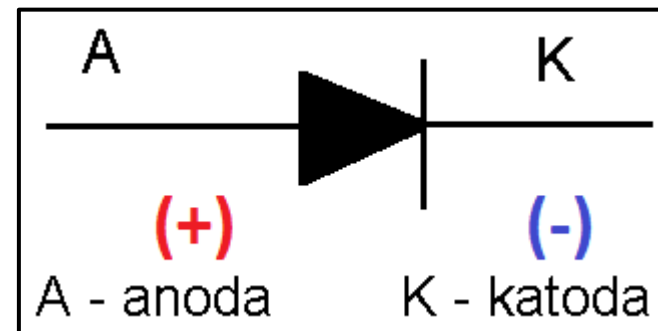
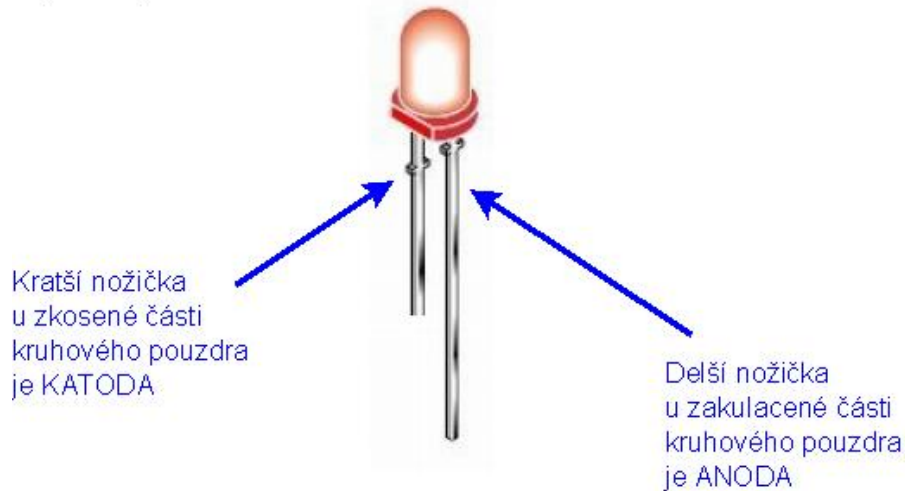
Brno University of Technology, Faculty of Information Technology
Božetěchova 1/2, 612 66 Brno - Královo Pole
Petr Veigend, iveigend@fit.vut.cz



- **Můj profil:** <http://www.fit.vut.cz/person/iveigend/>
- Kancelář: A221
 - Konzultační hodiny: po domluvě emailem

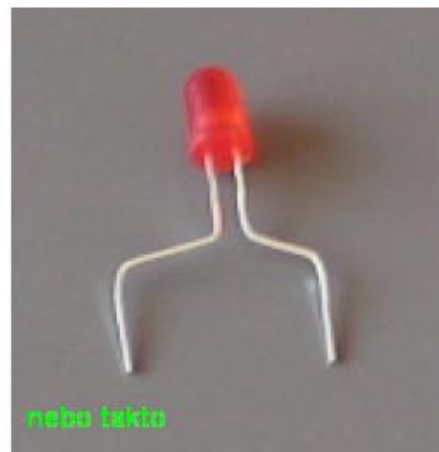
- **Diodový jev**
- **Bipolární tranzistor**
 - Co to je a jak to funguje?
 - Bipolární tranzistor jako spínač
- **Zapojení bipolárního tranzistoru**
- **Dvouvstupové hradlo v logice RTL**

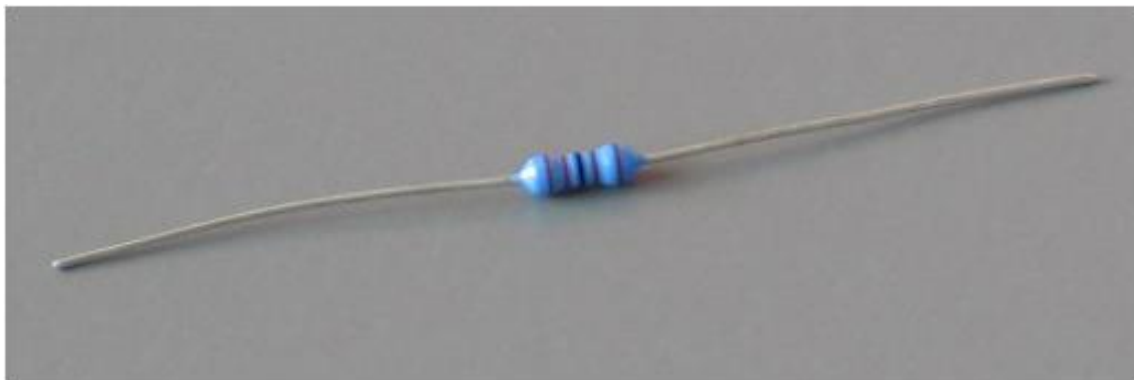
Vývody LED:



Ohýbání vývodů LED:

Abychom zamezili ulomení vývodů LED, tak vývody LED ohýbáme co nejdále od těla LED.



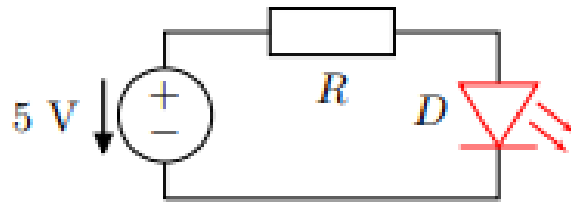


Ohýbání vývodů rezistoru:

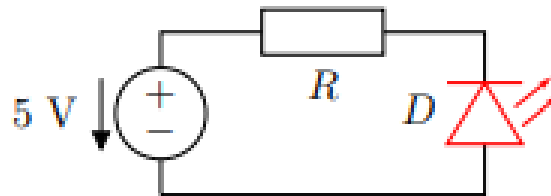
Abychom zamezili ulomení vývodů rezistoru, tak jeho vývody ohýbáme co nejdále od jeho těla.



- Zapojte diodu v propustném



- A závěrném směru

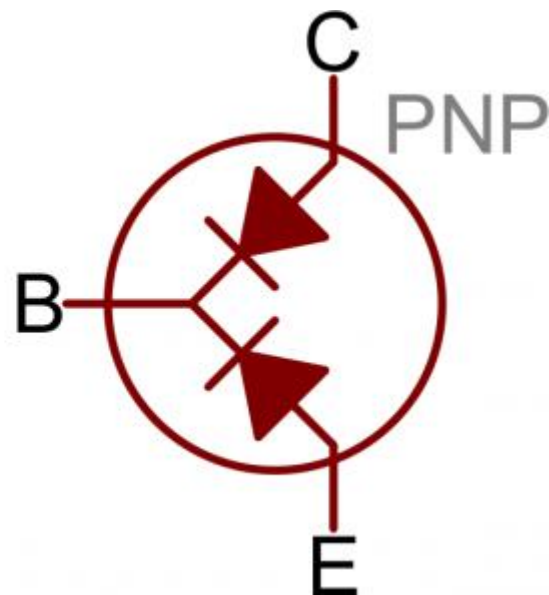
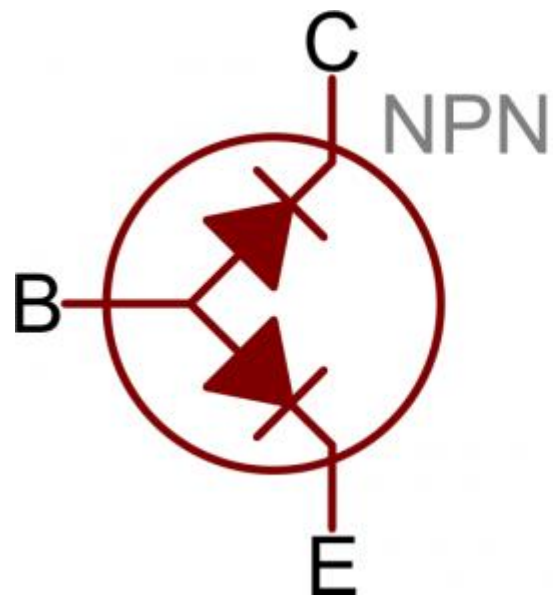


- Porovnejte chování těchto zapojení

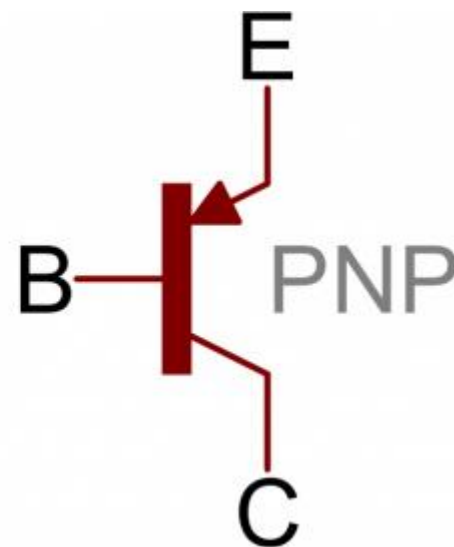
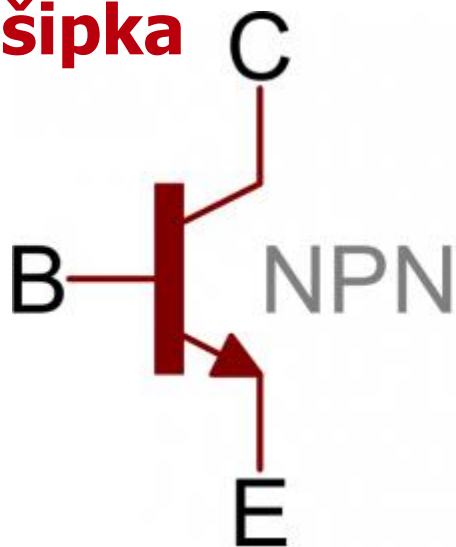
Teoretický úvod

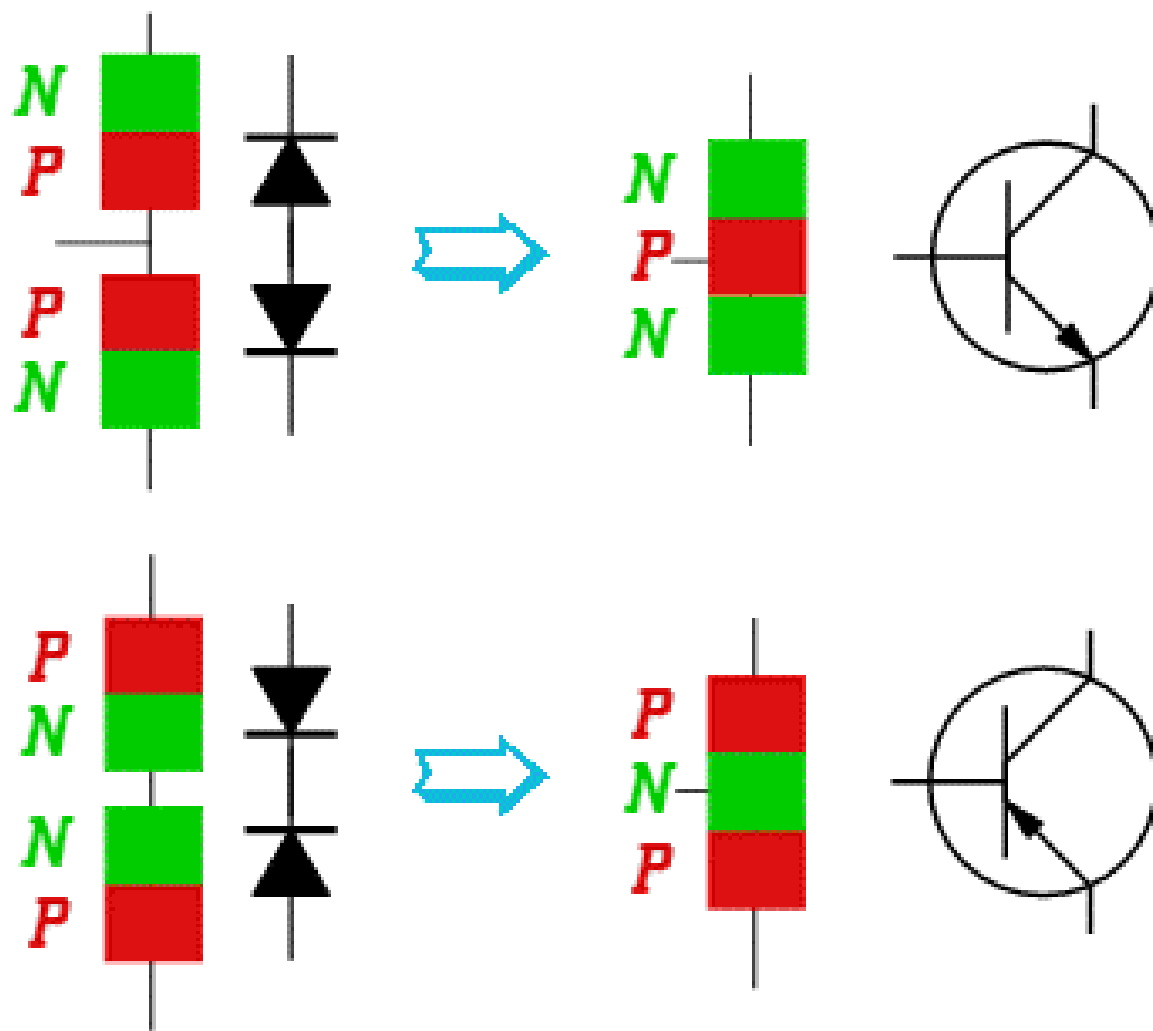
BIPOLÁRNÍ TRANZISTOR

- V podstatě se skládá ze **dvou diod**, podle typu jejich orientace můžeme rozlišit dva typy: **NPN** a **PNP**
- Bipolární tranzistor má tři elektrody
 - **Báze**
 - **Kolektor**
 - **Emitor**
- Bázový proud řídí průchod proudu mezi kolektorem a emitorem
 - **Pokud přivedeme proud do báze, tranzistor se otevře a prochází proud**

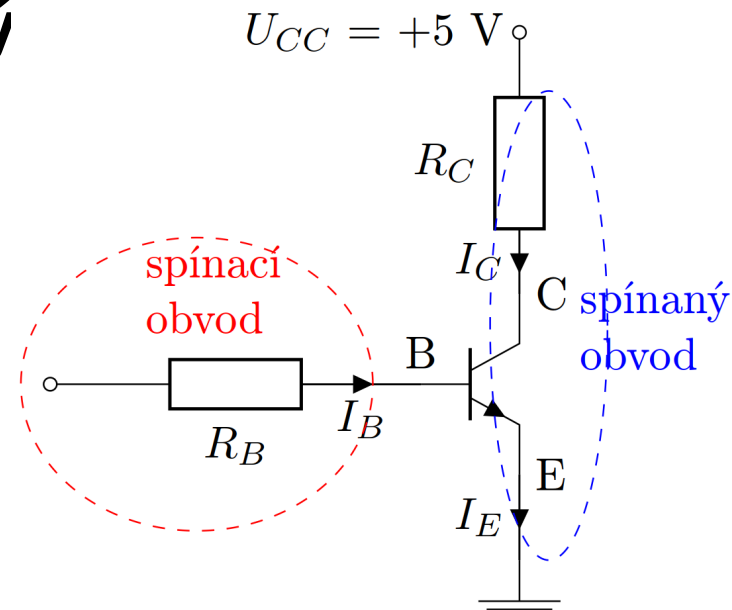


NPN - šipka ven 😊



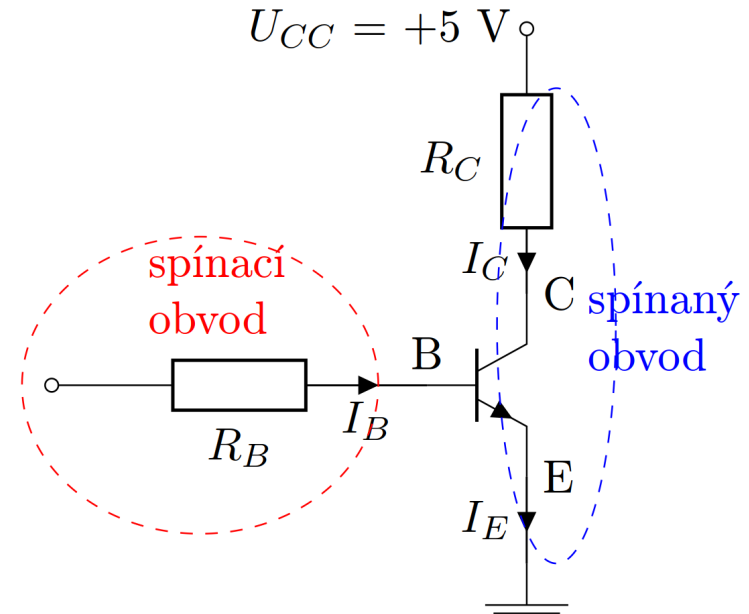
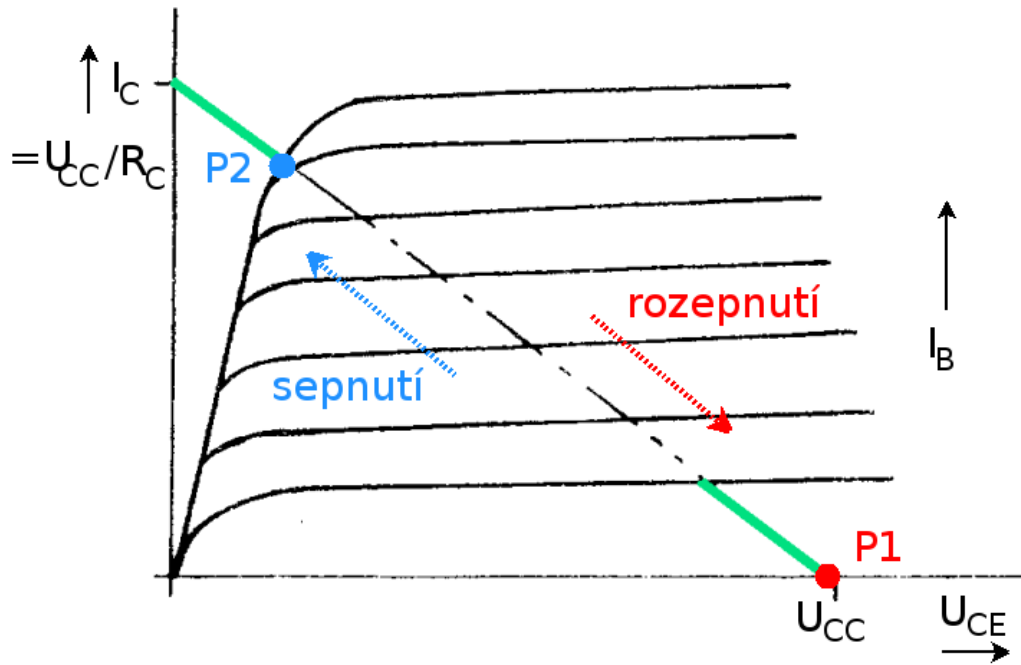


- Dva pracovní stavy
 - **Rozepnuto** - velký R spínače ($M\Omega$), malý I_C
 - **Sepnuto** - malý R spínače ($k\Omega$), velký I_C
- Změny stavů
 - Pomocí malého (**spínacího**) **bázového proudu I_B**
→ sepnutí/rozepnutí smyčky, poté již protéká (**spínaný**) **kolektorový**

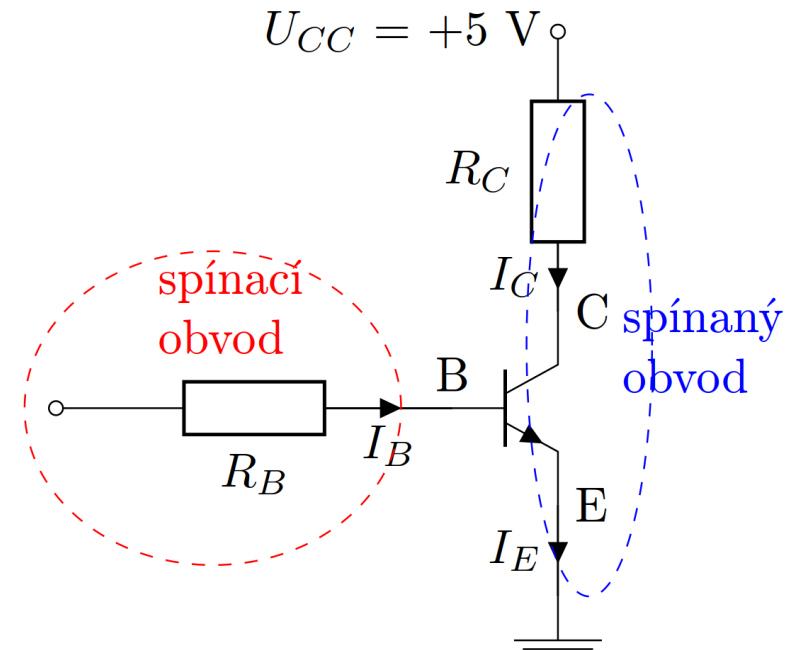
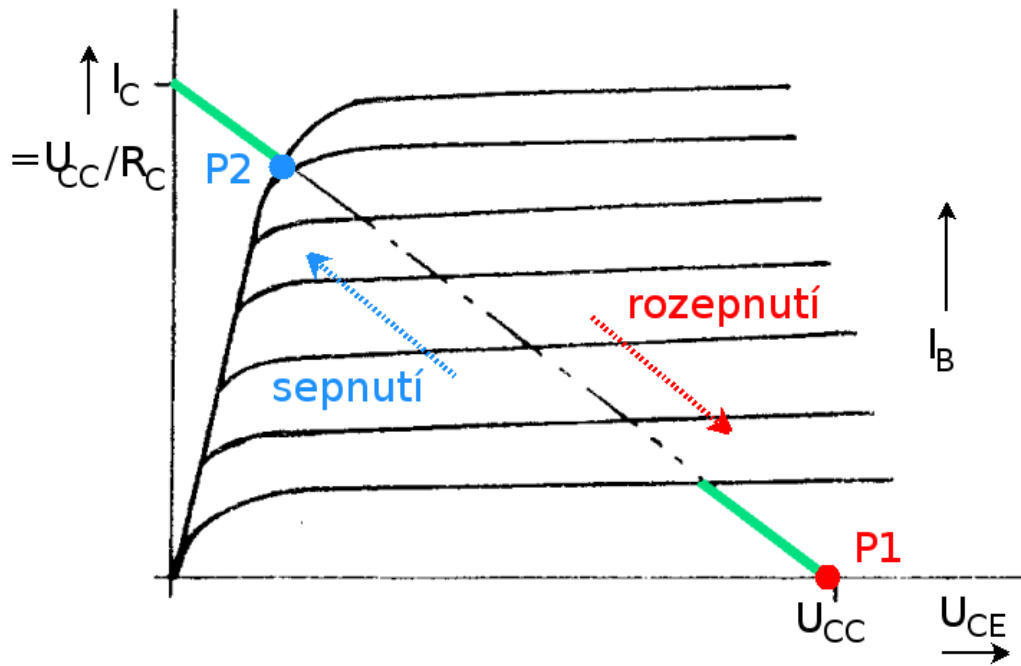


- Je-li tranzistor **rozepnut** (bod P1), je napětí U_{CE} prakticky rovno napájecímu napětí U_{CC}

$$I_C \rightarrow 0: U_{CE} = U_{CC} - R_C * I_C = U_{CC}$$



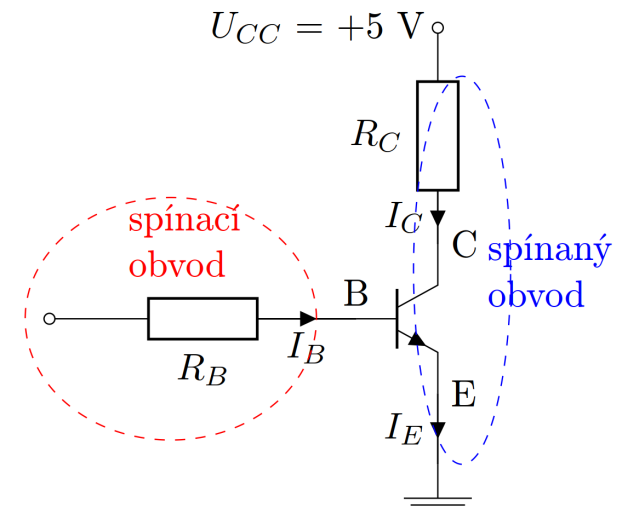
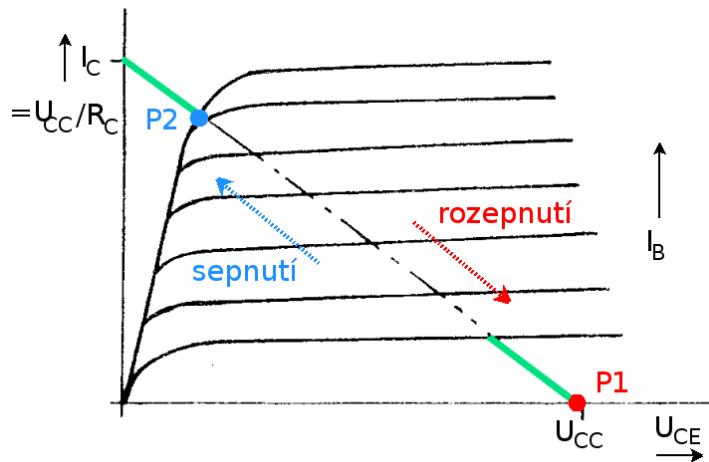
- Je-li tranzistor **sepnut** (bod P2), začne jím protékat proud I_C velikostně omezený jen odporem R_C a přímo úměrně závislý velikosti proudu I_B



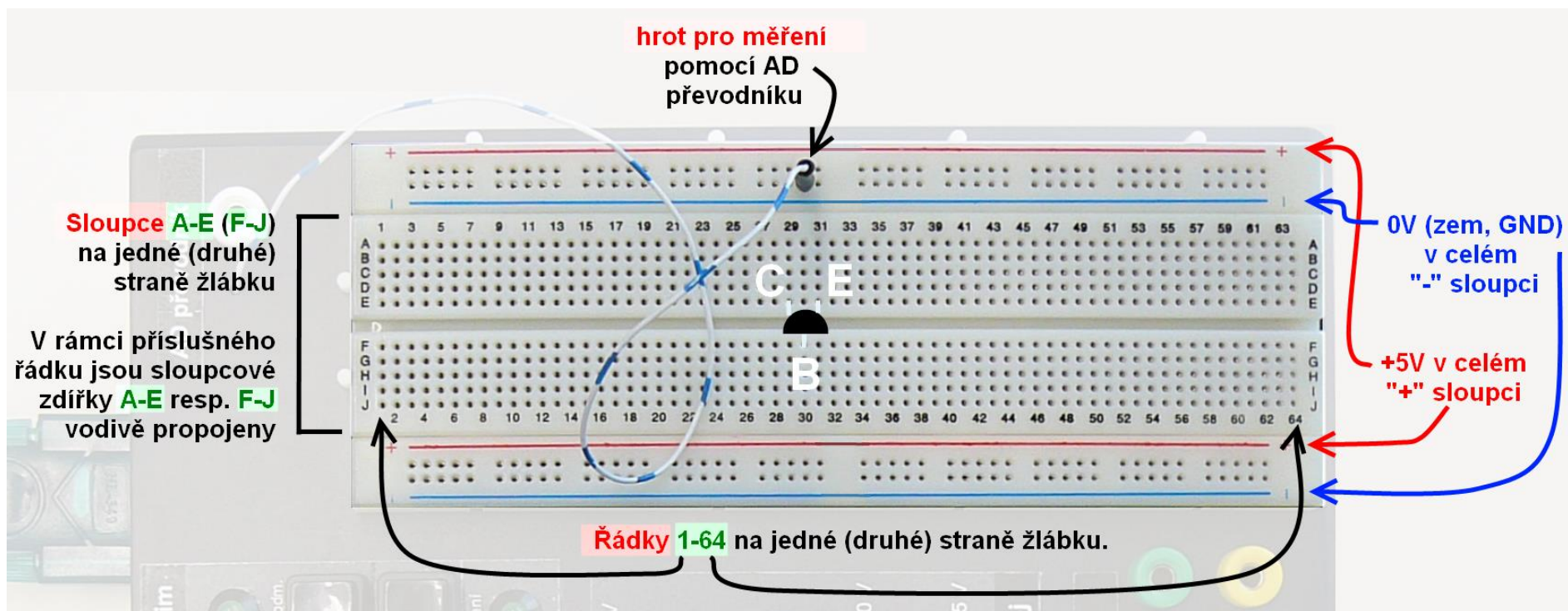
- **Sepnutí:** pokud je proud I_B takový, že $U_{BE} \approx 0,7V$
- Po sepnutí tranzistoru začne kolektorem **protékat**

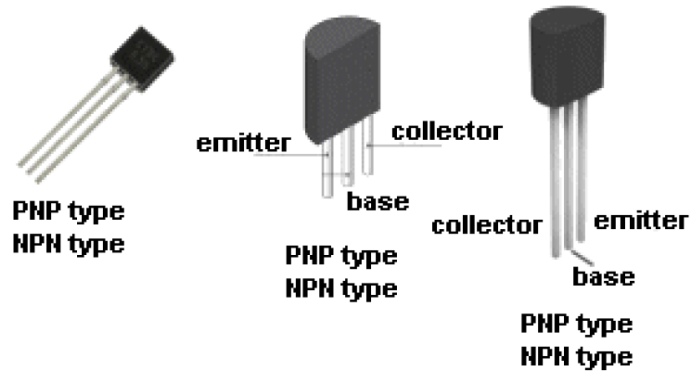
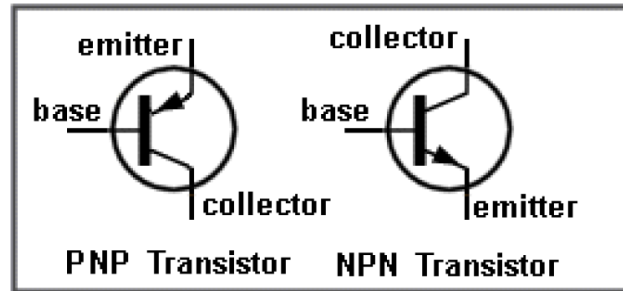
proud
$$I_C = \beta * I_B = \left(\frac{U_{CC} - U_{CE}}{R_C} \right)$$

- $\beta = I_C/I_B$ je **proudové zesílení** daného typu tranzistoru
- $U_{CC} = U_{CE} + R_C * I_C$
- U_{CE} klesne po sepnutí z hodnoty cca U_{CC} typicky na hodnotu několika desetín V .

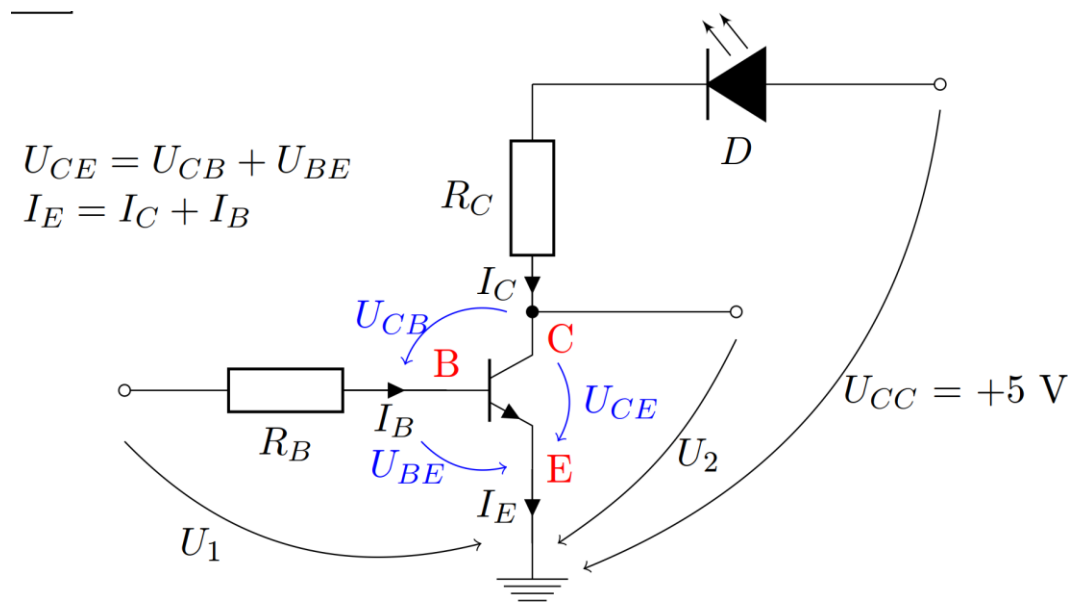


- Připomínám strukturu nepájivého kontaktního pole



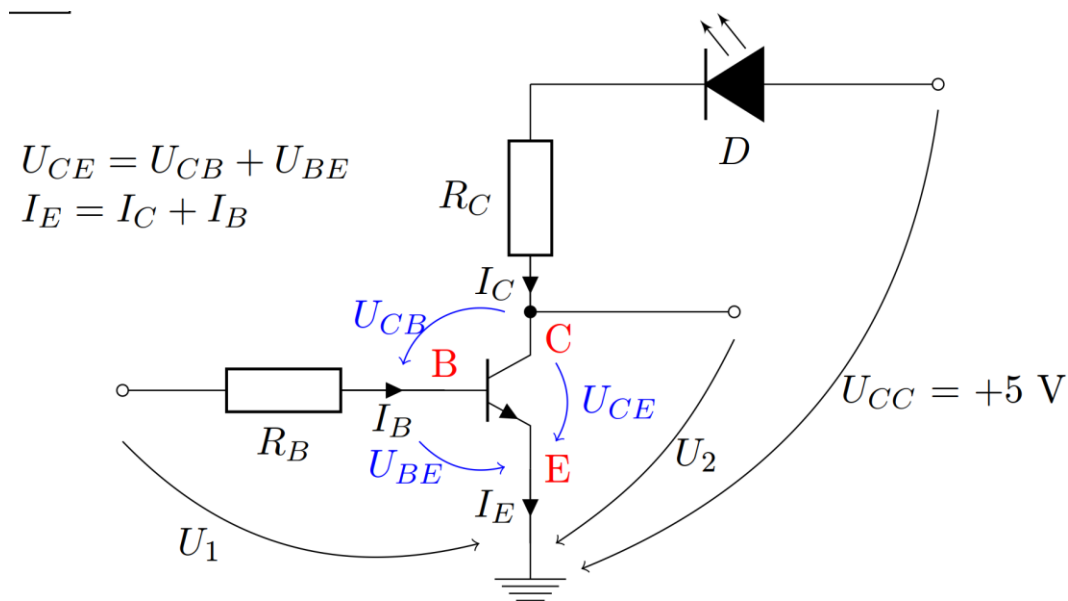


- Budete zapojovat následující obvod v nepájivém poli

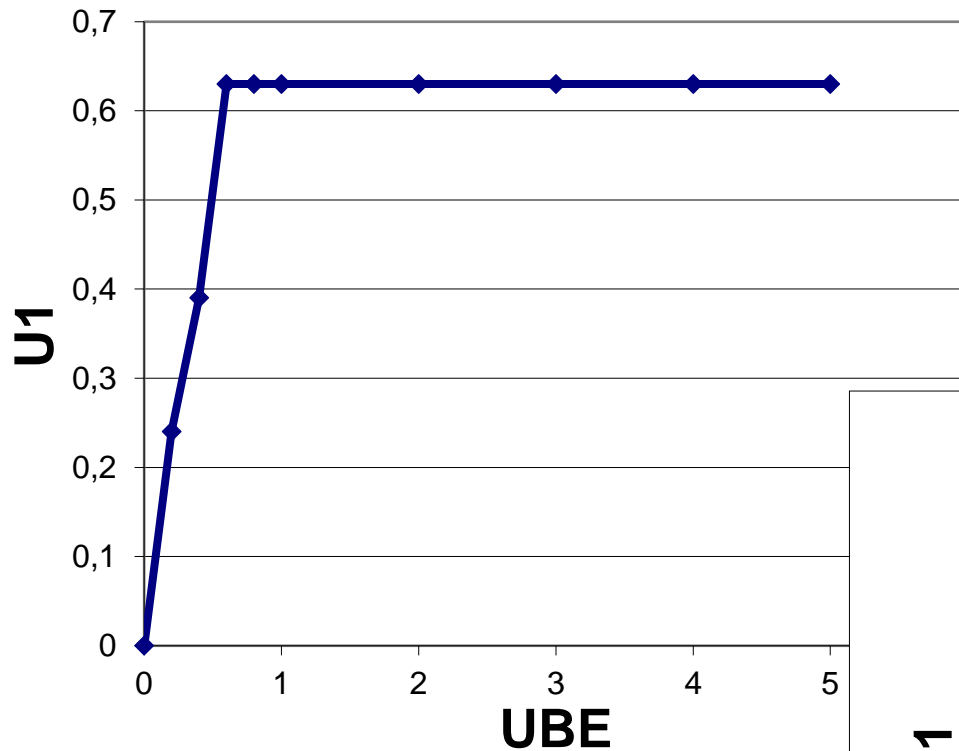


- Napětí U_1 – přes potenciometr (jeden vstup **5V**, druhý **0V**, jezdec se připojí k rezistoru R_B)
- Napětí U_{CC} – přímo **5V**, bez potenciometru

- Budete zapojovat následující obvod v nepájivém poli



U_1	0	0.4	0.6	0.8	1	3	5	[V]
U_{BE}								
U_2								[%]
Svit LED								

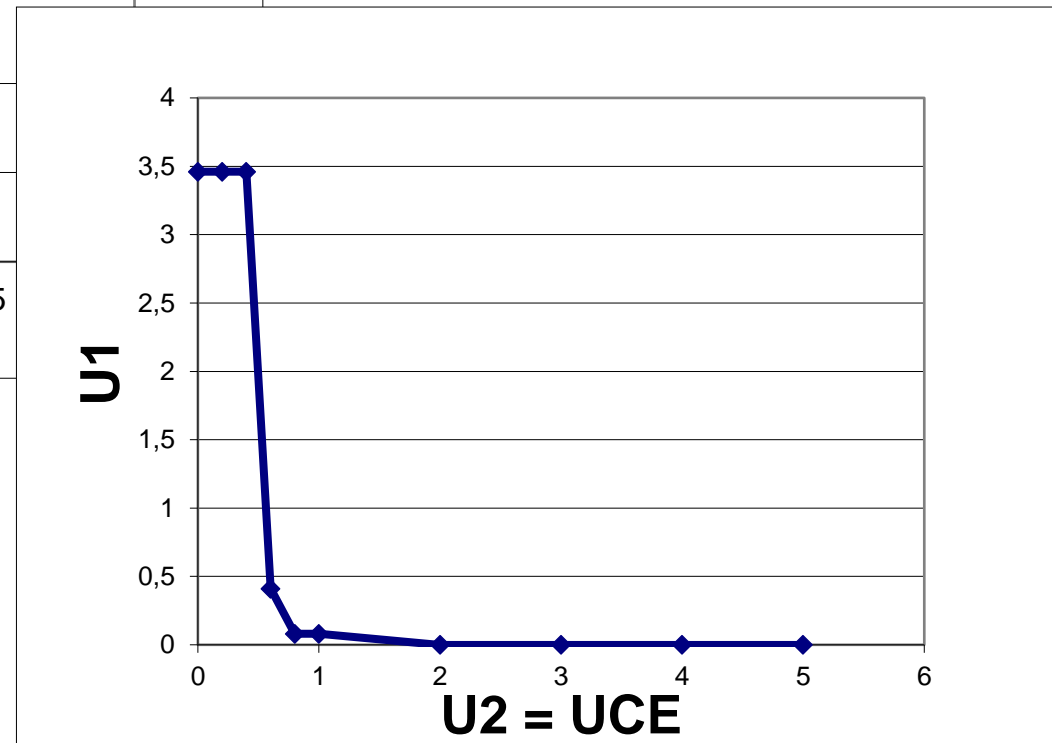


Graf 1

- Čím vyšší U_1 , tím vyšší U_{BE}
- Spínací obvod

Graf 2

- Čím vyšší U_1 , tím nižší $U_2 = U_{CE}$
- Spínaný obvod



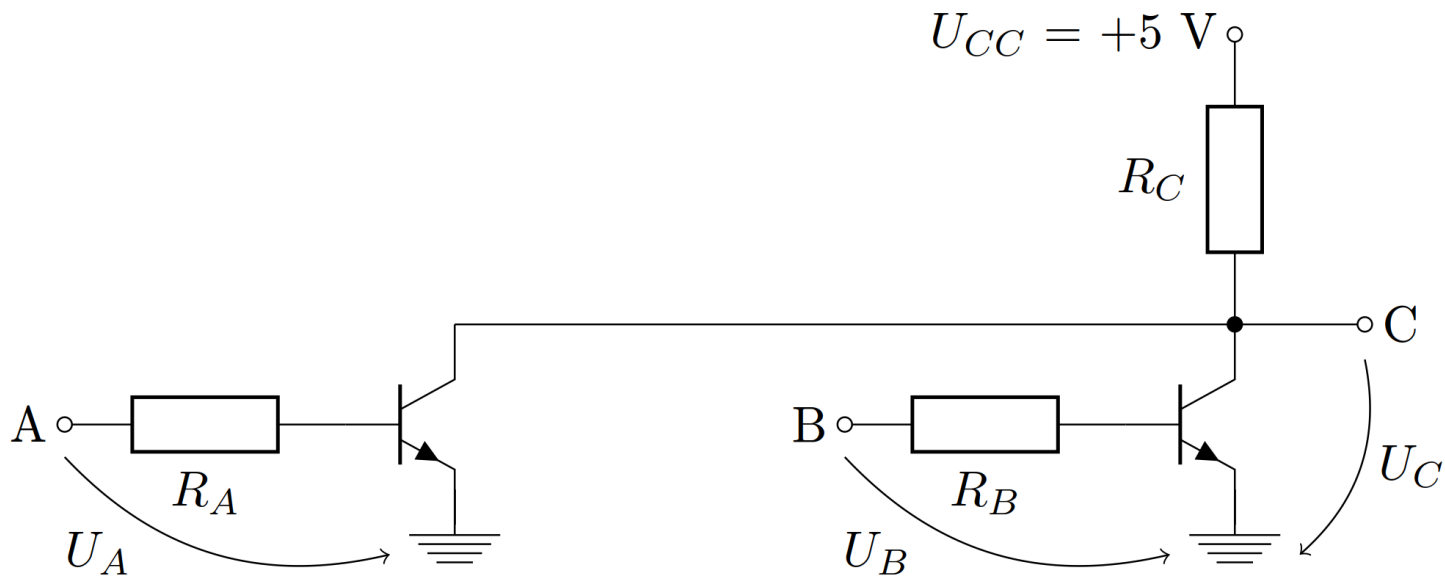
Proč bývá tranzistor-spínač označován pojmem **invertor logické úrovně**?

- Pokud přivedeme **vysoké** vstupní napětí $U_1 \rightarrow$ výstupní napětí $U_2 (U_{CE})$ bude **nízké**
- Pokud přivedeme **nízké** vstupní napětí $U_1 \rightarrow$ výstupní napětí $U_2 (U_{CE})$ bude **vysoké**

Koncept RTL – nepájivé pole a NGSpice

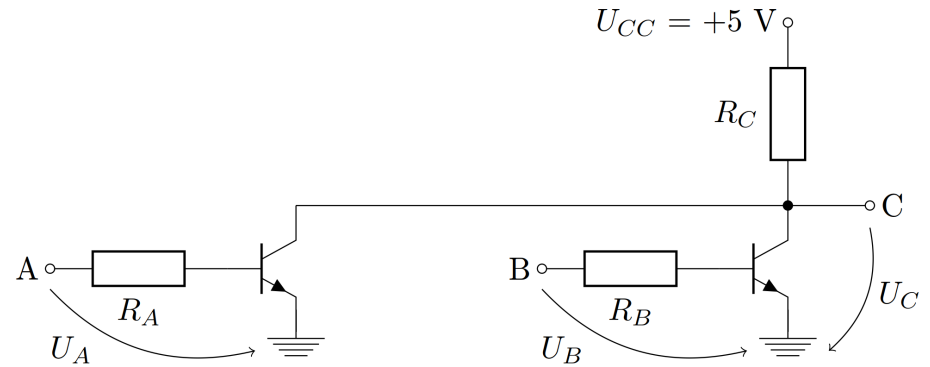
DVOUVSTUPÉ HRADLO

- **Logika RTL = rezistor-tranzistorová logika**
- Jakou logickou funkci hradlo realizuje?
 - Hodnota napětí na **výstupu C**



- Jakou logickou funkcí hradlo realizuje? **NOR**

A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



- Je-li **alespoň jeden** vstup na **log. 1**, je jeden z tranzistorů otevřen (sepnut) a na výstupu je **log. 0**
- Pokud jsou **oba vstupy** na **log. 0**, tranzistory jsou uzavřeny (rozepnuty) a na výstupu je **log. 1**

- [1] Webové stránky cvičení IEL, dostupné online z: <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IEL/private/labs/.cs>

Děkuji Vám za pozornost!